



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Simulación hidráulica y estructural de la defensa ribereña en el
río Olmos, tramo entre bocatoma La Juliana y Miraflores, Olmos-
Lambayeque - 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

AYALA FERNÁNDEZ, WILLIAM JOSÉ (0000-0002-2216-8010)

INFANTE CHAVESTA, JULIO PEDRO LADISLAO (0000-0003-1294-2575)

ASESOR:

Mgtr. Ing. MONJA RUIZ, PEDRO EMILIO (0000-0002-4275-763X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

CHIMBOTE – PERÚ

DEDICATORIA

A Dios por siempre acompañarme, a mis padres por su apoyo y ejemplo a seguir, a Pamela por la motivación para alcanzar mis metas y salir de mi zona de confort, a la congregación religiosa Canonesas de la Cruz por ser guía espiritual y ayudar a acercarme a Dios siempre.

AYALA FERNÁNDEZ, William José

A Dios, a mi madre por acompañarme en cada etapa y su compromiso en mi constante avance.

A Pavvel Rosas, por su apoyo fraterno durante toda mi etapa universitaria hasta el día de hoy, a mis sobrinos y Chispa porque me motivan a superarme cada día. Free Britney.

**INFANTE CHAVESTA, Julio Pedro
Ladislao**

AGRADECIMIENTO

A la empresa INGEO SERVICE SAC por habernos brindado su apoyo en la realización de los estudios de esta tesis, más que un centro de trabajo es una familia. Agradecimiento a todos sus colaboradores en especial al Ing. Danny Martínez e Ing. Antero Reyes por la asesoría técnica siempre presente. Al Ing. Pedro Monja por la paciencia que nos ha brindado para poder obtener un buen producto de investigación y alcanzar con éxito la meta.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	3
III. METODOLOGÍA	22
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	22
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	22
3.2.1 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	24
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
3.3.1 PROCEDIMIENTOS	25
3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	26
3.5. ASPECTOS ÉTICOS.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	28
4.1.1 OBJETIVO ESPECIFICO	28
4.1.2 ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	28
4.1.3 FINALIDAD DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO	29
4.1.4 OBTENCION DEL DEM.....	30
4.2. MODELAMIENTO HIDROLOGICO	32
4.2.1 OBJETIVO ESPEFICICO	32
4.2.2 DELIMITACION DE LA CUENCA HIDROGRAFICA	32
4.2.3 PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA.....	33
4.2.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS	34
4.3. MECÁNICA DE SUELOS.....	38
4.3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	38
4.3.2 RESUMEN DE RESULTADOS.....	38

4.4. MODELAMIENTO HIDRÁULICO	46
4.4.1 OBJETIVO ESPECIFICO	47
4.4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO – SIN PROYECTO	47
4.4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO – CON PROYECTO.....	53
4.4.4 RESULTADO DE TIRANTES Y VELOCIDAD PARA DISEÑO.....	56
4.5. SIMULACION HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL.....	57
4.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	57
4.5.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO	57
4.5.3 PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO	57
4.5.4 CAUDAL DE DISEÑO	60
4.5.5 ANCHO ESTABLE.....	60
4.5.6 ANCHO DE CORONA	63
4.5.7 TALUD DE DIQUE.....	64
4.5.8 ALTURA DE DIQUE Y BORDE LIBRE.....	64
4.5.9 DIAMETRO MEDIO	65
4.5.10 SOCAVACION.....	67
4.5.11 PROFUNDIDAD DE UÑA	69
4.5.12 DIMENSIONES PREDIMENSIONADAS DE DIQUE ENROCADO	71
4.5.13 CALCULO DEL TAMAÑO DE LA ROCA.....	72
4.5.14 DISEÑO DE FILTRO	73
4.5.15 CALCULO DE LA ESTABILIDAD DEL TERRAPLEN.....	74
4.5.16 SECCIONES FINALES DE DISEÑO	82
V. DISCUSIÓN.....	84
VI. CONCLUSIONES.....	87
VII. RECOMENDACIONES	88
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
IX. ANEXOS	93
ANEXO N° 1: TABLAS DE MARCO TEÓRICO	93
ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	101
ANEXO N° 3: INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	102
ANEXO N° 4: SECCIONES DE MUESTREO	104

ANEXO N° 5: GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO.....	105
ANEXO N° 6: INFORMACIÓN HISTÓRICAS.....	108
ANEXO N° 7: CONSTANCIA DE ENTREGA DE ESTUDIO	112
ANEXO N° 8: INFORME TOPOGRÁFICO LIDAR.....	114
ANEXO N° 9: MECÁNICA DE SUELOS EN TRAMO DE ESTUDIO.....	130
ANEXO N° 10: GRANULOMETRÍA DE MUESTRAS SUPERFICIALES	155
ANEXO N° 11: PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS EN CUENCA APORTANTE AL TRAMO DE ESTUDIO.....	157
ANEXO N° 12: ANEXO HIDROLÓGICO	161
ANEXO N° 13: CALCULO DE ANCHO ESTABLE	173
ANEXO N° 14: MAPAS Y PLANOS	180

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA APORTANTE	33
TABLA 2. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS.....	35
TABLA 3. REGISTROS HISTÓRICOS DE PPMAX DE 24 HORAS.....	36
TABLA 4. CAUDALES MÁXIMOS EN LAS SUBCUENCAS, PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO.....	37
TABLA 5. CAUDALES MÁXIMOS EN PUNTOS DE CONTROL, PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO.....	37
TABLA 6. CAUDALES PERIODOS DE RETORNO PARA DISEÑO DE PROYECTOS DE PROTECCIÓN ANTE INUNDACIONES.....	38
TABLA 7. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS PROFUNDAS.....	39
TABLA 8. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS EN CALICATAS PROFUNDAS REALIZADAS.....	40
TABLA 9. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS SUPERFICIALES.....	41
TABLA 10. RUGOSIDAD FINAL EN TRAMO DE ESTUDIO.....	44
TABLA 11. DIÁMETRO MEDIO ESTADÍSTICO PARA CÁLCULO DE SOCAVACIÓN.....	45
TABLA 12. CUANTIFICACIÓN DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR INUNDACIÓN EN EL ESCENARIO PROYECTADO.....	51
TABLA 13. CUANTIFICACIÓN DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR INUNDACIÓN EN EL ESCENARIO PROYECTADO.....	54
TABLA 14. RESUMEN DE PARÁMETROS DE TIRANTE Y VELOCIDAD POR SECCIÓN TRANSVERSAL	56
TABLA 15. UBICACIÓN DE DIQUES PROYECTADOS CONTRA LA INUNDACIÓN.....	59
TABLA 16. RESULTADO DE VALORES FINALES DE ANCHO ESTABLE SEGÚN LOS 5 MÉTODOS	62
TABLA 17. RESULTADO DE ALTURA DE DIQUE Y BORDE LIBRE.....	64

TABLA 18. RESULTADO DEL CÁLCULO DE COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	66
TABLA 19. RESULTADO DEL CÁLCULO DE SOCAVACIÓN POR EL MÉTODO DE LISCHTVAN – LEVEDIEV.....	67
TABLA 20. RESULTADO DE CÁLCULO DE PROFUNDIDAD DE UÑA Y EXTENSIÓN HORIZONTAL	69
TABLA 21. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE ROCA.....	72
TABLA 22. DETERMINACIÓN DE NECESIDAD DE FILTRO GEOTEXTIL O GRANULAR.....	73
TABLA 23. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE FILTRO.....	73
TABLA 24. VERIFICACIÓN DE FACTOR DE SEGURIDAD POR VOLTEO Y DESLIZAMIENTO EN ESCENARIO SIN SISMO.....	76
TABLA 25. VERIFICACIÓN DE LA EXCENTRICIDAD DE LA RESULTANTE DE CARGAS VERTICALES.....	77
TABLA 26. VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA ACTUANTE.....	77
TABLA 27. VERIFICACIÓN DE FACTOR DE SEGURIDAD POR VOLTEO Y DESLIZAMIENTO EN ESCENARIO CON SISMO.....	81
TABLA 28. VALORES PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE ACUERDO A LA FÓRMULA DE COWAN	93
TABLA 29. VALORES DEL COEFICIENTE K_1 PARA MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON ..	94
TABLA 30. VALORES DEL COEFICIENTE K PARA MATERIAL DEL CAUCE.....	94
TABLA 31. VALORES DEL COEFICIENTE M PARA MATERIAL DEL CAUCE	94
TABLA 32. FACTOR DE FONDO Y ORILLA	95
TABLA 33. RECOMENDACIÓN PRÁCTICA	95
TABLA 34. VALORES DEL COEFICIENTE ϕ PARA CÁLCULO DE BORDE LIBRE	95
TABLA 35. ANCHO DE CORONA SEGÚN EL CAUDAL	96

TABLA 36. SELECCIÓN DE “X” EN SUELOS COHESIVOS (TN/M3) O SUELOS GRANULARES (MM)	96
TABLA 37. VALORES DEL COEFICIENTE β.....	97
TABLA 38. VALORES DEL COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN, “M”	97
TABLA 39. PESO ESPECÍFICO Y ÁNGULO DE FRICCIÓN DE MATERIALES	98
TABLA 40. COEFICIENTE SÍSMICO PROPUESTO PARA PRESAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS	99
TABLA 41. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD SEGÚN LIMERINOS	99
TABLA 42. VALOR DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO DE COWAN.....	100
TABLA 43. UBICACIÓN DE DIQUES A DEMOLER QUE ATENTAN CONTRA EL ANCHO ESTABLE	102
TABLA 44. SECCIONES DE MUESTREO EN CAUCE DEL RÍO OLMOS	104
TABLA 45. UBICACIÓN DE CALICATAS PROFUNDAS	132
TABLA 46. PUNTOS DE MUESTREO SUPERFICIAL	134
TABLA 47. ENSAYOS ESTÁNDAR QUE SE HAN APLICADO A LAS MUESTRAS	135
TABLA 48. RESULTADO PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE – EST. PORCULLA	163
TABLA 49. RESULTADO PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE – EST OLMOS.....	163
TABLA 50. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO – EST PORCULLA	164
TABLA 51. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO – EST OLMOS.....	164
TABLA 52. CARACTERÍSTICAS SUBCUENCAS CON INFLUENCIA EN EL PROYECTO.....	166
TABLA 53. HISTOGRAMA DE TORMENTAS DISEÑO – ESTACIÓN PORCULLA	171
TABLA 54. HISTOGRAMA DE TORMENTAS DISEÑO – ESTACIÓN OLMOS.....	172
TABLA 55. MÉTODO DE PETITS	173

TABLA 56. RESULTADO DE MÉTODO DE PETITS.....	173
TABLA 57. MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON.....	174
TABLA 58. RESULTADO DE MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	174
TABLA 59. MÉTODO DE MANNING Y STRICKLER.....	175
TABLA 60. DATOS DE CAMPO DE PARÁMETROS ALTIMÉTRICOS DEL RÍO OLMOS / TRAMO ENTRE BOCATOMA MIRAFLORES Y BOCATOMA LA JULIANA.....	176
TABLA 61. RESULTADO DEL MÉTODO DE MANNING Y STRICKLER	177
TABLA 62. MÉTODO DE BLENCH Y ALTUNIN.....	177
TABLA 63. RESULTADO DEL MÉTODO DE BLENCH Y ALTUNIN.....	178
TABLA 64. MÉTODO DE RECOMENDACIÓN PRÁCTICA	178
TABLA 65. RESULTADO DEL MÉTODO DE RECOMENDACIÓN PRÁCTICA	179

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

FIGURA 1. ZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA PRESAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS (RUESTA ET AL, 198)	19
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO DE DEFENSAS RIBEREÑAS, UBICADO ENTRE LAS BOCATOMAS LA JULIANA Y MIRAFLORES EN EL DISTRITO DE OLMOS.....	29
FIGURA 3. ARCHIVOS DE IMÁGENES LIDAR – EXTENSIÓN TIF	30
FIGURA 4. SUPERPOSICIÓN DE MODELOS DIGITALES DE DISTINTA CALIDAD, PROPORCIONADOS POR INGENIERÍA SAC PARA FINES DE ESTA TESIS.	31
FIGURA 5. PARÁMETRO DEL TAMAÑO DE CELDA DE MUY ALTA RESOLUCIÓN DEL MDE.	32
FIGURA 6. CUENCA DELIMITADA APORTANTE AL ÁREA DE ESTUDIO	33
<i>FIGURA 7. TRAMO DEL RIO COMPUESTO POR GRAVA FINA</i>	<i>41</i>
FIGURA 8. TRAMO DEL RIO CON VARIACIÓN TRANSVERSAL OCASIONALMENTE ALTERNANTE.....	42
FIGURA 9. TRAMO DEL RIO CON OBSTRUCCIONES MENORES Y DESPRECIABLES.....	42
FIGURA 10. TRAMO DEL RIO CON BAJA VEGETACIÓN EN EL LECHO.....	43
FIGURA 11. TRAMO DEL RIO CON GRADO MEÁNDRICO APRECIABLE	43
FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN DE LA RUGOSIDAD EN EL TRAMO DE ESTUDIO.....	44
FIGURA 13. MANCHA DE INUNDACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS – TIRANTE.	47
FIGURA 14. TIRANTES EN INUNDACIÓN PARA PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS.....	49
FIGURA 15. VELOCIDADES EN INUNDACIÓN PARA PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS	50
FIGURA 16. ZONA DE AFECTACIÓN POR INUNDACIÓN SIN PROYECTO	52
FIGURA 17. MANCHA DE INUNDACIÓN CON PROYECTO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS.	53

FIGURA 18. ZONA DE AFECTACIÓN POR INUNDACIÓN SIN PROYECTO	55
FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN ÁREA DE ESTUDIO	61
FIGURA 20. FUERZAS QUE INTERVIENEN EN VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DEL DIQUE SIN SISMO	74
FIGURA 21. FUERZAS QUE INTERVIENEN EN VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DEL DIQUE SIN SISMO POR VOLTEO	74
FIGURA 22. FUERZAS VERTICALES Y HORIZONTALES A CONSIDERAR EN VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO SIN SISMO	75
FIGURA 23. SUMATORIA DE FUERZAS VERTICALES Y HORIZONTALES EN VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO SIN SISMO	75
FIGURA 24. FUERZAS QUE INTERVIENEN EN VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DEL DIQUE SIN SISMO	78
FIGURA 25. FUERZAS DE SISMO QUE SE AÑADEN AL GRÁFICO ANTERIOR PARA VERIFICAR ESTABILIDAD	78
FIGURA 26. FUERZAS QUE INTERVIENEN EN VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DEL DIQUE SIN SISMO POR VOLTEO	79
FIGURA 27. FUERZAS DE SISMO QUE SE AÑADEN A LA FIGURA ANTERIOR PARA VERIFICACIÓN POR VOLTEO	79
FIGURA 28. FUERZAS VERTICALES Y HORIZONTALES A CONSIDERAR EN VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO SIN SISMO	80
FIGURA 29. FUERZAS DE SISMO QUE SE AÑADEN A LA FIGURA ANTERIOR PARA VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO	80
FIGURA 30. SUMATORIA DE FUERZAS VERTICALES Y HORIZONTALES EN VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO CON SISMO	80
FIGURA 31. SECCIÓN TÍPICA I DE DIQUE CON PROTECCIÓN DE ENROCADO	82
FIGURA 32. SECCIÓN TÍPICA II DE DIQUE CON PROTECCIÓN DE ENROCADO	82
FIGURA 33. SECCIÓN TÍPICA III DE DIQUE CON PROTECCIÓN DE ENROCADO Y FILTRO..	83

FIGURA 34. SECCIÓN TÍPICA III DE DIQUE CON PROTECCIÓN DE ENROCADO SIN FILTRO	83
FIGURA 35. SECCIÓN TÍPICA IV DE DIQUE CON PROTECCIÓN DE ENROCADO.....	83
FIGURA 36. BOCATOMA LA JULIANA DESPUÉS DE PADECER EL PASO DE UN CAUDAL MAYOR A 703 M3/S (FUENTE: RPP / NOTICIAS)	108
FIGURA 37. HUELLA HÍDRICA EN REGLA BAJO PUENTE OLMOS (FUENTE: PROPIA).....	109
FIGURA 38. UBICACIÓN DE CALICATAS PROFUNDAS CD-1 A CD-7.....	131
FIGURA 39. UBICACIÓN DE CALICATAS PROFUNDAS CD-8 A CD-13.....	131
FIGURA 40. UBICACIÓN DE CALICATAS PROFUNDAS CD-12 A CD-20.....	132
FIGURA 41. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	133
FIGURA 42. ESTRUCTURA DEL MODELO HIDROLÓGICO HEC HMS.....	165
FIGURA 43. CURVA INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF. ESTACIÓN PORCULLA...	169
FIGURA 44. CURVA INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF. ESTACIÓN OLMOS.....	170

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal determinar la simulación hidráulica y estructural de diques para prevenir considerablemente la inundación a causa del desborde del río Olmos, desarrollando la propuesta de defensa ribereñas en ambos márgenes del río como solución.

La idea de investigación surge a partir del acontecimiento conocido como “El niño costero” generando en la entrada de la bocatoma La Juliana un caudal de 950 m³/s. Asimismo, se trabajó con una muestra probabilística de gran importancia, que corresponde al tramo desde la bocatoma Miraflores hasta la bocatoma La Juliana. Para la recolección de información se realizaron diversos estudios como el topográfico a través del vuelo LiDAR, suelos, hidrológicos, todo esto completado con los instrumentos para su procesamiento: Hec-Ras 5.0, ArcGis, Excel, AutoCad Civil 3d 2019.

Finalmente se generó el modelamiento hidráulico identificando zonas donde el tirante llegaba a más de 3 m, inundando sectores agrícolas y zonas habitadas continuas al cauce del río. Tomando como propuesta de solución el diseño de defensas ribereñas con enrocado, pudiendo comprobar a través de un posterior modelamiento, que es posible prevenir considerablemente el desborde del río y por consiguiente la inundación de zonas aledañas.

Palabras clave: Modelamiento hidráulico, defensa ribereña, Río Olmos

ABSTRACT

The main objective of this research project is to determine the hydraulic and structural simulation of dikes to considerably prevent flooding due to the overflow of the Olmos River, developing the proposal for riverine defense on both banks of the river as a solution.

The research idea arises from the event known as "The coastal child" generating that at the entrance of the La Juliana intake, the river flow of 950 m³/s. Likewise, a probabilistic sample of great importance was used, corresponding to the section from the Miraflores intake to the La Juliana intake. For the collection of information, various studies were carried out, such as topographic through LiDAR flight, soils, hydrological, all this completed with the instruments for processing: Hec-Ras 5.0, ArcGis, Excel, AutoCad Civil 3d 2019.

Finally, the hydraulic modeling was generated identifying areas where the tie reached more than 3 m, flooding agricultural sectors and inhabited areas continuous to the riverbed. Taking as a solution proposal the design of riparian defenses with rockfall, being able to verify through a subsequent modeling, that it is possible to considerably prevent the overflowing of the river and consequently the flooding of surrounding areas.

Keywords: hydraulic modeling,

I. INTRODUCCION

El recurso hídrico es el primordial elemento de todos los seres vivos y su dinámica se transforma en una fuerza notable que nos proporciona grandes beneficios, aunque de acuerdo a la geografía y factores climáticos se pueden producir impactos desfavorables como son las inundaciones que conllevan grandes consecuencias como pérdidas económicas, sociales y ambientales en las poblaciones asentadas cercanas a los ríos. En la actualidad, los efectos del cambio climático se vienen presentando cada vez con mayor persistencia, de manera más agresiva en la zona norte del Perú donde ocurre un fenómeno climático conocido como “El Niño” que acontece de forma cíclica pero muy irregular, con un intervalo de entre cuatro y siete años ocasionando graves daños a las diversas infraestructuras que sirven como soporte elemental para el desarrollo de una localidad. En el ámbito local el evento extraordinario ocurrido en marzo del año 2017 impactó también la cuenca del río Olmos, este fenómeno sobrepasó los registros de caudales existentes, siendo las zonas más afectadas, las ubicadas en el margen del tramo entre las bocatoma Juliana y Miraflores en consecuencia de un significativo asentamiento poblacional y agrícola a través de los años, ocasionando graves daños a los sistemas de comunicación terrestre, viviendas anegadas, áreas de cultivo arrasadas, pérdida de animales de ganado, incremento de enfermedades debido a los vectores por la inundación, centros educativos y de producción inundados, daños económicos innumerables, así como pérdida de vidas humanas. Después de haber realizado un análisis de la realidad problemática surge la siguiente **pregunta** ¿Cómo influye la realización de la simulación hidráulica y estructural de la defensa ribereña en el río Olmos previniendo considerablemente la inundación a causa del desborde en condiciones de máximas avenidas en el tramo comprendido entre la Bocatoma La Juliana y la Bocatoma Miraflores Olmos-Lambayeque-2021?

El presente estudio se justifica en la **práctica** ya que ayudará a solucionar el problema de inundaciones en zonas aledañas al río Olmos en el tramo Bocatoma La Juliana – Bocatoma Miraflores y con ello podrá servir de referencia a aplicarse en entornos similares en otras zonas del país, en la **teoría** porque mediante la presente investigación se logrará conocer mejor la respuesta de variables importantes al momento de elaborar una simulación hidráulica y estructural, tales

como la granulometría de cauce que nos brindará parámetros de cálculo de socavación relevantes a nivel de estructuras, **metodológicamente** debido a que la presente investigación contribuirá mediante protección a estructuras afectadas por inundaciones debido a máximas avenidas en zonas aledañas al río Olmos en el tramo Bocatoma La Juliana – Bocatoma Miraflores. Servirá para consultas posteriores de estudios relacionados a la simulación hidráulica y estructural de defensas ribereñas. En adición a esto se desarrollarán alternativas de diseño por ejemplo la aplicación del uso de gavión y enrocado que garantizan la seguridad poblacional y agrícola de los elementos afectados.

Para poder solucionar la problemática anteriormente mencionada es necesaria la realización del diseño estructural e hidráulico para una inundación; mejora el control de inundación en condiciones de máximas avenidas en el tramo comprendido entre las bocatomas La Juliana y Miraflores. Es así que el presente trabajo tiene como **objetivo general** Determinar la Simulación hidráulica y estructural de diques para prevenir considerablemente la inundación a causa del desborde del río Olmos en condiciones de máximas avenidas, tramo entre bocatomas La Juliana y Miraflores, distrito de Olmos, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque-2021.

Cómo **objetivos específicos** se plantearon los siguientes: Efectuar el análisis topográfico LiDAR, identificar el caudal de máximas avenidas del río Olmos, así como periodo de retorno, evaluar las características físico mecánicas del suelo en las áreas donde se proyectarán los diques de protección, definir la rugosidad y diámetro medio de cauce del río en estudio mediante recolección de muestras superficiales para la simulación hidráulica, obtener parámetros hidráulicos tales como tirante y velocidad, necesarios para realizar el diseño hidráulico de los diques, verificar la estabilidad del dique bajo condiciones de carga hidráulica en el periodo de retorno de diseño.

Se plantea la **hipótesis** siguiente: La realización de la simulación hidráulica y estructural de la defensa ribereña en el río Olmos previene considerablemente la inundación a causa del desborde del Río Olmos en condiciones de máximas avenidas, en el tramo comprendido entre las bocatomas La Juliana y Miraflores.

II. MARCO TEORICO

A nivel internacional, López (2017), realizó una tesis denominada “: Procedimiento para la simulación hidráulica a partir de los softwares ArcGIS y HEC-RAS para eventos extremos máximos”, esta tesis llevada a cabo en la ciudad de Santa Clara - Cuba tiene como objetivo definir un procedimiento donde pueda dar acceso a especialistas de la hidráulica a poder estimar la evolución de peligros de inundaciones ante una máxima avenida mediante el uso de herramientas informáticas. Teniendo como resultado la implementación exitosa del procedimiento propuesto lo que permitió lograr el desarrollo a nivel grafico de la zona de inundación en un área establecida.

Sanchez (2016), realizó una tesis denominada “Modelación hidrológica e hidráulica de eventos para el diseño hidrológico de la cuenca del río Ctalamochita”, esta tesis realizada en la ciudad de Córdoba - Argentina tiene como objetivo realizar la modelación tanto hidrológica como hidráulica en eventos de máximas avenidas, esta metodología parte desde la modelación hidrológica la que nos dará acceso a determinar la escorrentía superficial a causa de las fuertes precipitaciones en la zona y la modelación hidráulica que consiste en generar un modelo hidráulico del río en la localidad. Teniendo como resultado el diseño de defensas para prevenir los desbordes del río en zonas urbanas, y en paralelo permitir regular los posibles eventos de crecidas para las varias lluvias de diseño.

Mora (2016), realizo una tesis llamada “Modelamiento de zonas de inundación por medio de las herramientas Hec-ras, Geo-ras y Arcgis, para el sector comprendido entre los municipios de Corrales- Paz de rio a lo largo del rio Chicamocha, en el departamento de Boyacá”, el objetivo de esta tesis llevada a cabo en la ciudad de Boyacá -Colombia es realizar el modelamiento hidráulico en zonas en peligro de inundación con ayuda de los software ya mencionados, la metodología parte desde el análisis hidrometereológico, usando herramientas especializadas de modelamiento, que definirá un mapa de riesgos y amenazas por Inundación de acuerdo al periodo de retorno a escala 1:25000, el cual estará a disposición de los municipios.

Linco (2015), realizó una tesis denominada “Diseño de defensas fluviales río cruces en San José de la Mariquina”, esta tesis realizada en la ciudad de Valdivia. -Chile tiene como objetivo el de plantear y encontrar la mejor alternativa de defensa que afronte los efectos de las máximas avenidas en el entorno. La metodología consistió en trabajar con información recopilada de hidrología, estudios de suelos, levantamientos topográficos y topo batimétricos y registros históricos para el desarrollo de los principales estudios que permitan realizar la modelación hidráulica a fin de obtener el escenario posible para el aumento del caudal del río con ayuda del software HECRAS. Teniendo como resultado el diseño de las defensas y sus componentes principales como talud, cotas de corona, etc. Concluyendo que la alternativa elegida en conjunto con el diseño de las defensas cumple con la finalidad del proyecto.

A nivel nacional, Temoche (2019), realizó una tesis denominada “Propuesta hidráulica entre gavión y enrocado del río Chuquillanqui en el tramo que limita los caseríos Chuquillanqui y Pinchaday – distrito de Lucma- departamento La Libertad”, cuyo objetivo es prevenir que el agua del río pueda ingresar a la zona rural ante una máxima avenida. Obteniendo información para la realización de los distintos cálculos hidrológicos, para lo cual se utilizó el software HEC RAS 5.0.6. utilizado para este tipo de proyectos hidráulicos. Pudiendo resolver cuál de las estructuras propuestas entre Gavión y Enrocado es la que tiene un mejor desempeño.

Díaz (2019), realizó una tesis llamada “Determinación de zonas de inundación mediante modelamiento hidráulico del río Chonta en el caserío Tartar Chico, distrito de Baños del Inca”, el objetivo de este estudio fue identificar las zonas en riesgo de inundación ante una máxima avenida, tomando como metodología realizar el modelamiento hidráulico del río, teniendo en cuenta la estimación del peligro de inundación de acuerdo al riesgo y al análisis del grado de vulnerabilidad, también se desarrolló el modelamiento hidrológico, transfiriendo información de entrada referido a las intensidades máximas de precipitación de la estación meteorológica ubicada en la zona del proyecto conocida como Augusto Weberbauer a la cuenca del río en estudio, con el fin de transformar estas intensidades en caudales máximos. Se obtuvo como resultado la establecer las zonas de inundación en el tramo del río mencionado, donde se puede afirmar que en la margen derecha las

zonas en riesgos son predios dedicados a la producción de pastos y forrajes para las actividades de tipo ganaderas y en la margen izquierda se identificó la vía asfáltica ubicada de manera contigua al río.

Díaz Aguilar (2019), realizó una tesis llamada “Modelamiento hidrológico e hidráulico del río San Ramón para el diseño del puente evitamiento, provincia de Satipo, Junín”, el objetivo de este estudio es elaborar un modelo tanto hidrológico como hidráulico del río en mención para posteriormente realizar el diseño del puente Evitamiento, teniendo como fin el acceso de manera rápida y segura a las comunidades cercanas; lo cual conllevará a mejorar la productividad y aumentará el comercio siendo este la actividad que produce mayor beneficio en la zona. El resultado fue definir las dimensiones hidráulicas necesarias para el diseño del puente Evitamiento obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

Ramírez (2018), realizó una tesis llamada “Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico del río Chonta en el tramo Huayrapongo – urbanización condominio el Sausalito”, el objetivo de este estudio fue identificar las zonas en riesgo de inundación ante una máxima avenida mediante modelamiento Hidráulico utilizando el software HEC RAS 5.0.6. Se obtuvo tanto información topográfica y cartográfica de la cuenca baja del río Chonta y se consiguió caracterizar el tramo del río siendo este un río recto, gravoso y de baja pendiente. Del modelamiento hidráulico se concluyó que una de las fundamentales causas de la inundación es la ausencia de defensas ribereñas como el gavión principalmente en la margen derecha.

López (2018), realizó una tesis llamada “Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensas ribereñas en el río Virú, tramo Zaraqque - Puente Virú”, el objetivo de este estudio es plantear un correcto ancho de cauce y definir las dimensiones de la alternativa de defensas ribereñas, para lo cual en la metodología se desarrolló la recopilación de datos e información existente de la zona de estudio, tanto topográfica realizando este levantamiento del cauce del río en una longitud que consta de 11 Km como hidrométrica. Teniendo como resultado para el diseño estructural los parámetros de dimensiones de las profundidades de cimentación los cuales son entre 2.00m a 3.00m, el diámetro medio de roca que se encuentra de 0.80 a 1.00 m y finalmente el espesor de filtro de grava de 0.20 m.

Castro y Sánchez (2019), cuyo aporte científico denominado “Diseño hidráulico y estructura de defensa ribereña en el río Moche, entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo 2018” cuyo objetivo es realizar un diseño hidráulico estructura del una defensa ribereña en el río Moche ubicada en el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo, 2018 que partiendo de un método descriptivo simple y aplicado a los habitantes de los caseríos aledaños al río Moche y comunidades que se ubican entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho y a la información topográfica e hidrológica se llegó como resultado al diseño de una defensa de altura 4 m y ancho 4 m conformada con gaviones tipo caja que satisfacen las máximas avenidas de 29.63 m³/s dado por método de Gumbel con un periodo de retorno de 20 años.

Soto (2017), ejecutó una investigación denominada “Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad El Parral – Jaén - Cajamarca”, cuyo objetivo es elaborar un modelamiento tanto hidrológico como hidráulico del río, para poder establecer las zonas de mayor riesgo considerado dentro del área de inundación en la localidad el Parral, con la finalidad de obtener el diseño de defensas ribereñas. La metodología consistió en la obtención y procesamiento de información de nivel cartográfico, luego se elaboró un estudio de nivel hidrológico de máximas descargas del río, con la información de entrada como la topografía del cauce y la ayuda del software HECRAS donde se realizó el modelamiento hidráulico.

Tito (2017), presentó el estudio denominado “Modelamiento hidráulico del río Cañete sector Puente Socsi – altura Puente Colgante (9 KM), con fines de diseño de defensas ribereñas”, cuyo objetivo es modelar el comportamiento hidráulico del río Cañete con finalidad de plantear obras de protección ante el riesgo de inundaciones por desborde en el sector puente Socsi – altura del puente colgante (9 km). La metodología para determinar el modelamiento hidráulico fue aplicada mediante la herramienta HEC-RAS en la cual se registró un caudal de 757.53 m³/s para un periodo de retorno de 50 años obteniéndose defensa ribereña de altura 4.00 m. y de ancho estable 80.00 m.

Gálvez (2017), realizó una tesis denominada “Diseño hidráulico y estructural del botador el aluvión para el control de las aguas en tiempos de lluvia en el distrito de Ascope – La Libertad - Perú”, cuyo objetivo es diseñar una estructura para proteger

las localidades cercanas contra los desbordes del río, teniendo como prioridad la prevención en caso de eventos de máxima avenidas. La metodología consistió en diseñar con la información obtenida del software HECRAS, el encauzamiento y estructuras de protección, tomando como alternativa dique enrocados los cuales serán colocados a lo largo del cauce principal, donde se proyecta proteger 290 Ha de cultivo y a 6,763 habitantes que residen en la ciudad de Ascope. El resultado final fue que se logró calcular el caudal de diseño para los distintos periodos de retorno, tomando en cuenta que con el modelamiento hidráulico se logró resolver y establecer las zonas de inundación.

Maldonado (2016), realizaron una tesis denominada “Diseño de enrocados de protección de la relavera La Esperanza – Río Tulumayo”, cuyo objetivo es realizar el diseño de los enrocados de protección, siguiendo la metodología tanto de recolección de información primaria para posteriormente introducirla al software HECRAS 4.1, identificando las área inundadas, partiendo como dato principal el caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, teniendo como resultado final la propuesta de un dique enrocado y obteniendo el diámetro medio de las rocas para dicha estructura, teniendo en consideración que las estructuras se desempeñen con los criterios de estabilidad.

Con el objetivo claro de dar sustento a los diques propuestos para evitar daños por inundación en el área de influencia del proyecto es que se debe cumplir con criterios de diseño adecuados que sean capaces de satisfacer las necesidades expuestas, para ello se debe analizar ubicación, longitud, altura de dique, ancho de corona, talud húmedo y seco, socavación, etc.

Las bases teóricas consideradas para el presente estudio se muestran a continuación, las tablas citadas en estas bases teóricas se encuentran en el ANEXO N° 1: TABLAS DE MARCO TEÓRICO

En cuanto a **Topografía**, la Planimetría estudia los conceptos o procedimientos para obtener una representación escalada de los detalles de un terreno o superficie sin tener en cuenta el relieve.

La Altimetría estudia los conceptos o procedimientos para obtener la diferencia de niveles entre diferentes puntos de un terreno o superficie de forma proyectada sobre un plano horizontal.

DEM, acrónimo de Digital Elevation Model o en español, Modelo Digital de Elevaciones (MDE) es una representación en formato ráster de un área de terreno o superficie cartográfica, la precisión de la misma queda definida por la resolución que es la distancia entre los puntos de la muestra que conforma al DEM.

La precisión del resultado depende mucho de la topografía, la cual está determinada por el **modelo digital de elevaciones (MDE)**, este modelo permite establecer la estructura y la morfología del río, estableciendo los parámetros geométricos de las secciones transversales y longitudinales del cauce y sus meandros, así como la forma del fondo del lecho, base primordial que nos permite analizar los procesos dinámicos del flujo que llevan a la transformación de sus valores, en función al tiempo, de los principales parámetros característicos (calado, velocidad, caudal, etc.) de los cursos de agua ante un evento máximo.

LiDAR es el acrónimo de Light Detection and Ranging que enuncia una técnica de teledetección la cual utilizando la luz láser para generar una muestra densa de superficie de terreno con valores x, y y z para representaciones cartográficas.

En cuanto a **Mecánica de suelos** es el estudio de las leyes y propiedades del suelo con fines de toma de decisión para un determinado fin.

Para la determinación del coeficiente de rugosidad de Manning “ η ”, que está directamente relacionado con el comportamiento del flujo usaremos el método de Cowan, el cual es de cálculo sencillo y su aplicación es muy frecuente para determinar diversos parámetros hidráulicos, para ello es necesario calcular el valor de “ η ”, y éste se determina aplicando dicho método, representado en la siguiente fórmula:

$$\eta = (\eta_0 + \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4) * m^5$$

Donde:

η_0 : Valor de n para un canal recto, uniforme, prismático y con rugosidad homogénea.

η_1 : Corrección por irregularidades del perímetro mojado a lo largo del tramo estudiado.

η_2 : Corrección por variación de forma y de dimensiones de las secciones.

η_3 : Corrección por obstrucciones: troncos, rocas, etc.

η_4 : Corrección por presencia de vegetación.

η_5 : Factor que mide la frecuencia de meandros o curvas.

Donde los valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad para resolver el método de Cowan de “ η ” se ven representados en la **Tabla 28**. *Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad de acuerdo a la Fórmula de Cowan.*

Según Limerinos el coeficiente “ η_0 ” está relacionado con el radio hidráulico y el tamaño de partícula en base a muestras de 11 canales de flujo que tienen material de lecho que van desde arenas a grava, asimismo para la aplicación de esta ecuación se considera los datos de las secciones geométricas del tramo del río Olmos precisadas en la **Tabla 41**. *Coeficiente de rugosidad según Limerinos*, que a partir de ellos se obtiene el radio hidráulico, siendo la relación entre el área mojada y el perímetro mojado.

Como parámetro fundamental en el desarrollo de dicha rugosidad, se obtendrá el D84 con los resultados del análisis granulométrico para los puntos de muestreo, este resultado se muestra mediante la interpolación de los números de malla del tamiz (mm) con el material que pasa el percentil 84, como se detalla en la **Tabla 42**. *Valor del coeficiente de rugosidad por el Método de Cowan*

Para determinar el radio hidráulico:

$$R = \frac{A}{P}$$

Coeficiente de Limerinos:

$$\eta_0 = \frac{0.113 * R^{\frac{1}{6}}}{1.16 + 2 * \log \frac{R}{D_{84}}}$$

Donde:

A : Área mojada

P : Perímetro mojado

D_{84} : Peso del material que pasa el percentil 84

Los resultados obtenidos de la Ecuación de Limerinos alcanzarán un nivel mínimo base de rugosidad, única y especialmente de la granulometría y textura del suelo, pero sin considerar vegetación y características fluviales de irregularidad, reflejándose valores distintos a la realidad o situación actual del río. Por lo tanto, la ecuación de Limerinos proporciona una estimación del valor base (η_0), y que necesariamente debe ser complementada con la metodología de Cowan, lo que conllevara que finalmente el valor obtenido por la Ec. de Limerinos sea parte de la rugosidad final - actual denominado por " η ", considerando otros factores ya mencionados que irán aumentando dicho valor.

En cuando al **modelamiento hidráulico** para nuestro proyecto de investigación se utilizó el software HEC-RAS - Sistema de análisis fluvial (RAS - River Analysis System), ya que es uno de los principales modelos para la realización de estudios hidráulicos, siendo el software seleccionado para la modelación de caudales con una metodología numérica bidimensional (2D), logrando que partir de la geometría del cauce, la morfología del terreno a estudiar y el hidrograma de caudales para nuestro periodo de retorno, se pueda obtener extensión de la lámina de agua sobre toda la llanura inundable y/o la altura de la misma en el cauce. Al mismo tiempo, se podrá obtener mapas de detalle de la extensión de la inundación y de la distribución de las velocidades de flujo.

Por lo que se optó por HEC RAS versión 5.0.5, que a través de su herramienta RAS Mapper nos permite la modelación en dos dimensiones. La particularidad más notable al momento de adecuar la malla 2D al terreno subyacente es el tiempo empleado, si hablamos de evaluar grandes llanuras de inundación (cuencas). Entre los parámetros computacionales destacamos los siguientes: la dimensión de malla y paso de tiempo computacional, pues nos permiten asegurar la estabilidad del modelo.

Para el **diseño hidráulico y estructural** se ha contemplado el siguiente marco teórico **ancho estable**: Es aquel ancho de cauce en el cual se encuentra en estado de equilibrio dinámico el flujo del río, de esta forma no presenta tendencias o inclinación a la erosión ni sedimentación en el mediano y largo plazo. Existen diversos métodos acuñados por varios autores que buscan calcular este ancho dados varios parámetros del río, tenemos así los siguientes:

Según Petits, La expresión empleada es la siguiente: $B=4.44 Q^{0.5}$, donde Q= caudal para tiempo de retorno de 100 años en m^3/s sin proyecto.

Según Simons y Henderson, para el cálculo del parámetro del ancho estable, se debe contemplar las características granulométricas de la partícula del material de fondo y también de orilla del cauce del río, tenemos así:

$$B = K_1 * Q^{1/2}$$

Donde:

Q es el Caudal en m^3/s y el coeficiente K_1 representa las condiciones de fondo de río. Ver **Tabla 29. Valores del coeficiente K_1 para método de Simons y Henderson**

Según Manning y Strickler, recomiendan este método para los ríos que presentan en su cauce material granular. No es muy recomendado cuando se presenta material cohesivo. Está basado en datos y observaciones hechas en la Unión Soviética.

$$B = A * \frac{\sqrt{Q}}{S^{0.2}}$$

$$A = (n * K^{5/3})^{\frac{3}{3+5*m}}$$

Donde:

B: Ancho de la superficie libre de agua (m)

A: Coeficiente adimensional

Q: Caudal (m^3/s)

S: Pendiente

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

K: Coeficiente que depende de la resistencia de las orillas (Ver **Tabla 30. Valores del coeficiente K para material del cauce**)

m: Coeficiente de tipo de río (Ver **Tabla 31. Valores del coeficiente M para material del cauce**)

Según Blench y Altunin, se considera el factor de fondo y orilla para la obtención del ancho estable del río. Se recomienda para cauces con material cohesivo o formados en arena fina, con diámetros de granos $D_{50} \leq 1\text{mm}$ (Partículas para el cual el 50% en masa del material es menor a este tamaño)

$$B = 1.81 * \sqrt{\frac{Q * F_b}{F_s}}$$

Donde:

Q: Caudal (m^3/s)

F_b: Factor de fondo (Ver **Tabla 32. Factor de fondo y orilla**)

F_s: Factor de orilla (Ver **Tabla 32. Factor de fondo y orilla**)

Para el método de la recomendación práctica el ancho estable solo se trabajará en base al valor del caudal de diseño según la **Tabla 33. Recomendación práctica**

Otro parámetro importante en el diseño de defensas es la **altura del dique** de encauzamiento, la cual corresponde a la suma entre el valor del tirante máximo y **un borde libre** estimado mediante la energía cinética del agua o carga de velocidad del flujo.

$$H = h + B_i$$

$$B_i = \phi * e$$

$$e = V^2 / 2g$$

Donde:

H : Altura de dique (m)

h : tirante máximo de la avenida

B_i : Borde libre

V : Velocidad media del agua (m/s)

g : Gravedad (m/s²)

ϕ : Coeficiente en función de la máxima descarga (práctico)

e : Energía de la velocidad

Ver **Tabla 34**. Valores del Coeficiente ϕ para cálculo de Borde Libre

Ancho de corona: El ancho de corona del dique representa un factor de estabilidad del mismo y se calcula de manera práctica según sea su caudal de diseño. Ver **Tabla 35**. Ancho de corona según el caudal

Talud de dique: El talud de un dique representa un parámetro de estabilidad interna de la estructura conformada. Los valores de talud generalmente tomados para diques son de 1:1 a 1:2 dada su altura.

Diámetro medio de partícula del cauce: El diámetro medio de los granos de fondo del cauce representa una caracterización del comportamiento del material ante eventos erosivos. Se representa por la siguiente fórmula:

$$D_m = 0.01 \sum d_i p_i$$

Esta fórmula requiere parámetros granulométricos, donde:

D_m : Diámetro medio

d_i : Diámetro de la malla

p_i : %Peso retenido en la malla

Material de los márgenes y el fondo, Esta clasificación se hace según la cohesión del material del cauce del río, tenemos así los siguientes casos:

Cauce de material cohesivo: Son cauces alojados en materiales predominantemente arcillosos.

Cauce de material no cohesivos o granular: Son cauces alojados en material formado por partículas sueltas de diferente tamaño, en ellos podemos encontrar suelo heterogéneo. Pueden clasificarse a su vez según su granulometría en Suelos **uniforme, homogéneo o mal graduado**: Cuando su coeficiente de uniformidad es menor a 5, Suelo **poco uniforme**: Cuando su coeficiente de uniformidad está entre 5 y 20, Suelos **bien graduado o heterogéneo**: Cuando su coeficiente de uniformidad es mayor a 20.

Dónde:

Coeficiente de uniformidad = D_{60} / D_{10}

D_{10} : Tamaño de partícula en mm por el cual pasa el 10% en peso de la muestra.

D_{60} : Tamaño de partícula en mm por el cual pasa el 60% en peso de la muestra.

Socavación: Un factor importante que asegurará la estabilidad estructural del dique defensa ribereña es La socavación: Según Líschtvan – Levediev, los parámetros que nos permiten estudiar la socavación a nivel general son los siguientes

Para suelos granulares:

$$y_s = \left[\frac{\alpha \cdot y_o^{5/3}}{0.68 \cdot D_m^{0.28} \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{1+z}}$$

O también, para suelos granulares homogéneos:

$$y_s = \left[\frac{\alpha \cdot y_o^{5/3}}{4.7 \cdot D_{84}^{0.28} \cdot \beta} \right]^{\frac{D_{84}^{0.03}}{0.322 + D_{84}^{0.03}}} \quad \text{cuando } 0.05\text{mm} \leq D_{84} \leq 2.6\text{mm}$$

$$y_s = \left[\frac{\alpha \cdot y_o^{5/3}}{4.7 \cdot D_{84}^{0.28} \cdot \beta} \right]^{\frac{D_{84}^{0.092}}{0.223 + D_{84}^{0.092}}} \quad \text{cuando } 2.6\text{mm} \leq D_{84} \leq 182\text{mm}$$

$$y_s = \left[\frac{\alpha \cdot y_o^{5/3}}{4.7 \cdot D_{84}^{0.28} \cdot \beta} \right]^{\frac{D_{84}^{0.187}}{0.191 + D_{84}^{0.187}}} \quad \text{cuando } 182\text{mm} \leq D_{84} \leq 1000\text{mm}$$

Para suelos cohesivos:

$$y_s = \left[\frac{\alpha \cdot y_o^{5/3}}{0.60 \cdot D_m^{1.18} \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde:

$$\alpha = \frac{Q_d}{(H_m)^{5/3} \cdot B_e \cdot \mu}$$

y_s : Desnivel entre la superficie del agua, al pasar la avenida y el fondo erosionado

y_o : Se miden en cada sección vertical donde se desea hacer el cálculo

H_m : Tirante medio medido entre la superficie del agua al pasar la avenida y el fondo original. Se obtiene de dividir el área hidráulica entre el ancho de la superficie libre B_e .

Q_d : Caudal de diseño

D_m : Diámetro medio; si el material del fondo es friccionante. Se puede considerar igual a $1.25D_{50}$ si el suelo es homogéneo.

D_{84} : Representa el tamiz por el que pasa el 84% de las partículas tamizadas.

γ_s : Peso volumétrico seco; si el material es cohesivo

x, z : Exponentes en función de D_m o γ_s según el tipo de material de fondo

(Ver **Tabla 36. Selección de "x" en suelos cohesivos (tn/m³) o suelos granulares (mm)**)

β : Coeficiente, depende del período de retorno del caudal de diseño

(Ver **Tabla 37. Valores del coeficiente β**)

μ : Coeficiente que depende de la contracción del cauce

(Ver **Tabla 38. Valores del Coeficiente de Contracción, " μ "**)

Profundidad de Uña, Es directamente proporcional a la profundidad de socavación; la cual indica hasta donde excavaría el río en condiciones normales, siendo esta la profundidad a la cual deberá llegar la cimentación del dique.

$$P_{U\tilde{N}A} = F_s * H_s$$

$$H_s = Y_s - Y_o$$

Donde:

F_s : Factor de seguridad, puede ser 1.25, 1.5, 1.75, etc.

H_s : Profundidad de socavación

Extensión horizontal de uña, este parámetro brinda estabilidad a la uña, así como otorga una longitud horizontal a la misma sobre el cauce del río

$$\Delta x = 1.5 * P_{U\tilde{N}A}$$

Diámetro de las rocas sobre el talud de dique enrocado, basándose en un valor seguro y a partir del criterio del inicio del movimiento, el esfuerzo crítico y el diámetro de la partícula, haciendo uso de la fórmula de la California División of Highways, se tiene la siguiente relación:

$$D_{50} = \frac{b * V^2}{\Delta * f * 2 * g}$$

Donde:

D_m : Diámetro medio de las rocas (m)

b : Factor para condiciones de mucha turbulencia, piedras redondeadas y sin que permita movimiento de piedra, se adopta un valor de $b = 1.4$

V : velocidad media del flujo (m/s).

g : Gravedad (9.81 m/s²)

f : Factor de Talud

$$f = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2\beta}{\text{sen}^2\phi}}$$

B : Ángulo del talud del dique

ϕ : Ángulo de fricción interna del material (ver **Tabla 39. Peso específico y ángulo de fricción de materiales**)

Δ : Densidad Relativa

$$\Delta = \frac{\gamma_r - \gamma}{\gamma}$$

γ_r : Densidad de la roca (ver **Tabla 39. Peso específico y ángulo de fricción de materiales**)

γ : Densidad del agua (1000 kg/m³)

Diseño de Filtro, debido a la importancia de la estabilidad del revestimiento, es necesario proteger el talud donde se apoyará dicho enrocado, ya que protege al suelo de la erosión debido a la corriente de agua, ataque de olas y subpresiones; evitando así el movimiento de las partículas finas que conforman los espaldones. Se clasifican como filtros de material granular y filtros de geotextil.

Para tal fin se realiza el cálculo de la velocidad existente entre el enrocado y el material base del espaldón aguas arriba, para posteriormente comparar dicho valor con la velocidad que el material base puede soportar antes de ser erosionado, donde se debe cumplir la siguiente relación para ser necesario el uso de filtro frente a la erosión:

$$V_a > V_e$$

$$V_a = \frac{\left(\frac{D_{50}}{2}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n_f}$$

Donde:

V_a : Velocidad de agua entre enrocado y el fondo (m/s)

D_{50} : Diámetro medio de la roca

S : Pendiente del tramo en estudio

n_f : Condición de filtro (0.020 cuando se tiene filtro de geotextil o no hay filtro; 0.025 para filtro de grava)

$$V_e = 16.1 * D_m^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V_e : Velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado (m/s)

D_m : Diámetro de partículas del suelo base

Para verificar el tipo de filtro a colocar se asume primero un filtro de geotextil en el cual suceda que:

$$V_{a1} = V_a/4$$

Y que $V_{a1} > V_e$, de no ser así entonces se debe utilizar un filtro de grava cuyo espesor mínimo sea de 25 d_{50} (del filtro). (Temoche, 2019, p.52)

Fuerzas sísmicas en dique, Se refiere a las fuerzas que actúan sobre el cuerpo del dique a través del suelo que es producido por el producto de la aceleración y la masa del dique. Donde K es un coeficiente sísmico asociado a la aceleración causada por un evento de sismo y la aceleración de la gravedad

$$S_h = K_h * W$$

$$S_v = K_v * W$$

Donde W el peso propio, S la componente de la fuerza sísmica, K es el coeficiente sísmico (ver **Tabla 40. Coeficiente sísmico propuesto para presas pequeñas y medianas**).

La aplicación de la fuerza sísmica se da en el centro de gravedad del cuerpo del dique y sus sentidos son de tal forma que sea lo más desfavorable para la estructura, es decir la componente horizontal tiene el mismo sentido que la componente horizontal del empuje hidrostático, y la componente vertical tiene sentido contrario al peso de la estructura que es la principal fuerza resistente de la estructura. El dique funciona de forma similar a una presa, por lo cual se tomará coeficientes propuestos por Ruesta et al (1988).

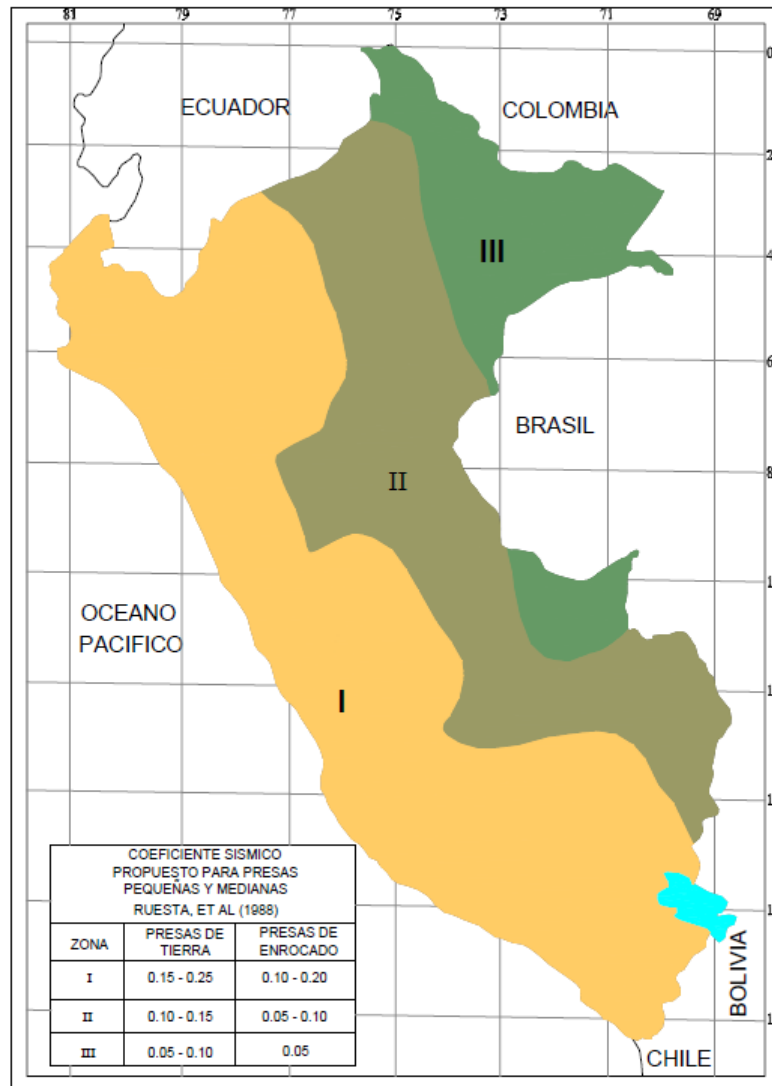


Figura 1. Zonificación sísmica para presas pequeñas y medianas (Ruesta et al, 198)

Fuerzas sísmicas en flujo de agua, además de las fuerzas que se generan sobre la estructura por causa del sismo, también se generan sobre el agua, produciendo aumentos y disminuciones en las presiones sobre el talud del dique.

Von Karman elaboró la siguiente ecuación para evaluar el efecto mencionado:

$$S_e = 0.555 * K * H^2$$

Donde:

S_e = Fuerza resultante de la sobrecarga sísmica

K = Coeficiente sísmico (ver **Tabla 40. Coeficiente sísmico propuesto para presas pequeñas y medianas**)

Análisis de la estabilidad, para verificar la seguridad de la estabilidad mecánica de un muro se tiene que considerar 3 factores principalmente.

Revisión contra el giro del muro o volteo, se verifica calculando la suma de momentos que actúan en el talón del muro de tal forma que los momentos de las fuerzas estabilizadoras dividido entre los momentos de las fuerzas desestabilizadoras sea mayor o igual a 1.5. (MEF, 2013, p. 77), mientras que para el US Army Corps of Engineers, el factor mínimo recomendado para un análisis estático es de 1.3 y en caso de sismo es de 1.0.

$$F.S. = \frac{\sum M_{f.e.}}{\sum M_{f.d.}} \geq 1.5 \quad (\text{MEF, 2013, p. 77})$$

$$F.S. = \frac{\sum M_{f.e.}}{\sum M_{f.d.}} \geq 1.3 \text{ o } 1.0 \text{ (sismo)} \quad (\text{USACE, 1995})$$

Revisión por deslizamiento, se verifica calculando las fuerzas actuantes a lo largo de la estructura (fuerzas horizontales) no excedan la fuerza resistente movilizada por las cargas verticales multiplicadas por la fricción entre la estructura y el suelo de fundación. (MEF, 2013, p. 77), mientras que para el US Army Corps of Engineers, el factor mínimo recomendado para un análisis estático es de 1.3 y en caso de sismo es de 1.0.

$$F.S. = \frac{\sum F_v}{\phi * \sum F_h} \geq 1.5 \quad (\text{MEF, 2013, p. 77})$$

$$F.S. = \frac{\sum F_v}{\phi * \sum F_h} \geq 1.3 \text{ o } 1.0 \text{ (sismo)} \quad (\text{USACE, 1995})$$

Revisión por capacidad de carga, se verifica que la presión desarrollada en el punto más esforzado de la base de la cimentación no exceda la resistencia admisible por el suelo. (Gálvez, 2017, p. 89)

$$q_a > q_t$$

$$q_t = \frac{R}{A} \left[1 \pm 6 * \frac{e}{B} \right]$$

Donde:

q_a = Esfuerzo admisible del terreno (Kg/cm²)

q_t = Esfuerzo actuante de la estructura (Kg/cm²)

R = Sumatoria de esfuerzos verticales (Kg)

A = Área de la base del bordo (m²)

B = Base del dique (m)

e = Excentricidad (m)

Ubicación Resultante:

$$\bar{X} = (\Sigma M_v - \Sigma M_h) / \Sigma F_v$$

Y la excentricidad:

$$e = B/2 - \bar{X}$$

Debe cumplirse que

$$e < B/6$$

III.METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Dentro del enfoque de tipo de investigación, esta se trató de una investigación aplicada que aplica conocimientos anteriores en la resolución de problemas nuevos, en este caso para un espacio y tiempo específico, Olmos 2021.

Respecto al diseño de investigación se trató de un diseño no experimental del tipo transversal descriptivo que estudiará una variable de diseño como es el caudal según incidencias obtenidas de datos hidrométricos e históricos en el área de influencia del proyecto.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable: Simulación hidráulica y estructural de la defensa ribereña.

La simulación hidráulica y estructural del encauzamiento y defensa ribereña es una técnica de la Ingeniería Civil que consiste en dimensionar un buen sistema de protección, sea por medios estructurales o no estructurales contemplando todos los parámetros topográficos, hidrológicos e hidráulicos que tiene influencia sobre el correcto funcionamiento de la estructura (Horna, 2018, p. 109)

Dimensiones: Topografía, Hidrología, Mecánica de suelos, Simulación hidráulica, Diseño hidráulico y estructural de diques.

Subdimensión: Levantamiento topográfico LiDAR

Indicador: Elevaciones, Perfil longitudinal, Secciones transversales, DEM

Subdimensión: Data Hidrológica

Indicador: Precipitaciones anuales máximas en 24 horas, Hietogramas, Hidrogramas

Subdimensión: Propiedades físico mecánicas del suelo

Indicador: Granulometría, Peso Específico, Corte directo, SPT

Subdimensión: Modelamiento hidráulico

Indicador: Tirante, Velocidad, Caudal, Áreas afectadas

Subdimensión: Diseño de infraestructura

Indicador: Talud, Altura de uña antisocavante, Espesor de enrocado, Estabilidad de dique

La matriz de operacionalización de variables se encuentra en ANEXO N° 2:
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.2.1 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

POBLACIÓN:

Para el presente estudio se considera como población o variable interés del proyecto al espacio topográfico entre la bocatoma La Juliana y la bocatoma Miraflores en el cauce del río Olmos en sus 10.5 km de extensión.

MUESTRA:

Para esta investigación la muestra son tramos específicos en este espacio comprendido entre la bocatoma La Juliana y la bocatoma Miraflores que pueden generalizarse a modo de sección típica para una longitud específica, de tal forma que los parámetros de diseño para esta sección sean generalizados a lo largo de estas longitudes específicas. El detalle se puede verificar en el ANEXO N° 4: SECCIONES DE MUESTREO y mapas SM – 01, 02.

MUESTREO:

No se ha utilizado ninguna técnica estadística, sino un muestreo del tipo no probabilístico a criterio o conveniencia.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó la siguientes técnicas en lo concerniente a la recolección de datos:

- Observación estructurada, a base de una ficha de observación de campo del estado actual del cauce del río Olmos.
- Análisis documental de información existente obtenida de fotografías y videos publicados por periódicos locales, así como compartidos en redes sociales durante fechas de eventos extraordinarios.
- Análisis documental de información existente obtenida de levantamiento topográfico de alta resolución espacial de fecha Junio – 2019 y resolución 0.5x0.5m.
- Análisis documental de información granulométrica proveniente de ensayo de granulometría a material del cauce del río Olmos.

Entre los instrumentos para recolección de datos tenemos:

- Para la observación estructurada se ha elaborado una guía de observación de campo la cual se presenta ANEXO N° 5: GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO
- En cuanto al análisis documental de fotografías y videos el instrumento es el análisis del contenido presentado en el ANEXO N° 6: INFORMACIÓN HISTÓRICAS donde se presente entre otras fuentes información de periódicos confiables en línea, tales como rpp y la república.
- la información topográfica lidar también ha sido sometida al instrumento de análisis de contenido en el ANEXO N° 8: INFORME TOPOGRÁFICO LIDAR
- la información proveniente de estudios de mecánica de suelos en ejes de diques proyectados sometida al análisis de contenido en el ANEXO N° 9: MECÁNICA DE SUELOS EN TRAMO DE ESTUDIO y ANEXO N° 10: GRANULOMETRÍA DE MUESTRAS SUPERFICIALES.

3.3.1 PROCEDIMIENTOS

Se realizó la conformación del DEM a partir de imágenes satelitales tipo LiDAR proporcionadas por INGEO SERVICE SAC en el área de estudio comprendida entre las bocatomas La Juliana y bocatoma Miraflores del río Olmos. Se reconoció a su vez el terreno lo que permitió distinguir la situación de actual de algunos diques existentes.

Se ha delimitado la cuenca aportante al tramo de estudio mediante software Arcgis 10.5 y trabajado con valores de precipitaciones máximas en 24 horas obtenidos de estaciones cercanas al área de estudio y que influyen en la cuenca aportante al tramo del proyecto para determinar el caudal de máxima avenida mediante software HEC-HMS.

Se ha realizado calicatas superficiales en el tramo de estudio para determinar la rugosidad del tramo la cual ha sido considerada en el modelamiento hidráulico y se pueda predecir de mejor forma el flujo del agua del río Olmos en el software.

Se ha realizado el modelamiento hidráulico en software HEC RAS para una situación sin proyecto en la cual se observa la inundación en el modelo 2D obtenido para el caudal de máxima avenida en un periodo de retorno de 100 años como es

recomendado en la guía metodológica para proyectos de protección y/o control de inundaciones del MEF para zonas urbanas.

Ante la inundación observada mediante el modelo obtenido a partir del software HEC-RAS se proponen diques de protección de tal forma que se garantice la protección poblacional y agrícola comprendida en el tramo de estudio Bocatoma La Juliana – Bocatoma Miraflores, esto ha sido generado agregando superficie de diques predimensionados al modelo digital del terreno y realizando nuevamente la modelación de tal forma que el emplazamiento de los diques propuestos cumpla su función de protección.

Se ha realizado estudios de mecánica de suelos en emplazamientos de diques de tal forma que permitan conocer las características físicas del suelo sobre el cual serán emplazados y diseñarlos estructuralmente.

Finalmente se ha realizado el diseño hidráulico y estructural después de obtenidos parámetros hidráulicos del modelamiento bidimensional con proyecto siguiendo criterios de diseño explicados en el marco teórico.

3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Se han generado parámetros geomorfológicos de la cuenca aportante al tramo de estudio el cual se ha trabajado con software arcgis y su presentación y análisis se presentó en el ANEXO N° 11: PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS EN CUENCA APORTANTE AL TRAMO DE ESTUDIO

Se realizó análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas proporcionados por INGENIERIA SERVICE SAC, el cual se ha desarrollado en software HYDROGNOMON, así mismo se ha determinado el caudal máximo de avenida del modelamiento hidrológico mediante software HEC-HMS en distintos periodos de retorno, considerándose los grados de inundación generados se ha considerado periodo de retorno de diseño de 100 años e hidrogramas de salida.

Para el desarrollo del modelamiento hidráulico bidimensional se utilizó la estadística inferencial a partir de las observaciones en campo el cual junto con la superficie DEM, generada a partir del levantamiento topográfico con LiDAR, aplicando la técnica estadística de correlación y medidas de asociación para tomar secciones

similares en tramos y convertirlos en muestra para el análisis en Excel de los parámetros hidráulicos obtenidos por el modelamiento hidráulico con el software HEC RAS después de ingresar los archivos de formato ráster para generar el MDE y el caudal de diseño obtenido los promedios anuales, los caudales máximos trabajados en el software HEC-HMS.

3.5. ASPECTOS ÉTICOS

Este proyecto de investigación fue realizado de acuerdo al código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo y siguiendo los principios de ética fundamentales como: **Autonomía y beneficencia**, el proyecto se realizó por acuerdo mutuo de ambos participantes con la finalidad de obtener el grado de Ingeniero civil. **Competencia profesional y científica**, ambos participantes tenemos el grado de bachiller obtenido al concluir con la educación superior y un previo proyecto. **Cuidado del medio ambiente y biodiversidad**, los datos obtenidos en campo fueron de impacto mínimo y se realizaron sin alterar el ecosistema de la zona. **Justicia, Libertad y No Maleficencia**, se trabajó de manera igualitaria en la toma de decisiones sin exclusión de ideas, ni intereses de otra índole que no sea el de obtener el grado de ingeniero civil, asegurando que el desarrollo del proyecto de investigación no afecto nuestra integridad física y psicológica. **Probidad y transparencia**, los datos obtenidos son reales, replicables y comprobables, reafirmando que ambos participantes hemos trabajado en el proyecto tanto en de manera practica como teórica. **Respeto a la propiedad intelectual**, toda la información incluida ajena a nuestra autoría fue citada a quien corresponda, y revisada por la herramienta web “Turnitin” con el fin de evitar las suspicacias de plagio. **Responsabilidad**, el contenido del proyecto fue realizado por ambos participantes, los cuales asumimos las consecuencias de los actos e información plasmada en este proyecto. De no cumplir con lo especificado en el código de ética de investigación u atentar contra los principios que demanda la ley, nos disponemos a asumir las respectivas sanciones de acuerdo a la magnitud de la falta.

IV. RESULTADOS

4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

4.1.1 OBJETIVO ESPECIFICO

- Efectuar el análisis topográfico elaborado con fotogrametría LiDAR para obtener DEM a usar en modelamiento hidráulico

4.1.2 ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

El área de estudio se ubica en el departamento de Lambayeque, provincia de Lambayeque, distrito de Olmos, entre los 145 y 230 msnm, con clima seco además de una gradiente termina elevada.

Geográficamente el tramo de estudios se inicia en las coordenadas Norte: 634960.80 m Este: 9334591.56 del Sistema UTM WGS-84, zona 17 Sur. Km 0+000 bocatoma Miraflores y finaliza en las coordenadas Norte: 643698.06 m Este: 9339008.36 m del Sistema UTM WGS-84, zona 17 Sur, en el Km 10+500.

Topográficamente, comienza en la altura 145 m (Km 0+000), llegando hasta su punto más alto en el nivel 230 msnm (Km 10+500) aproximadamente. N 0

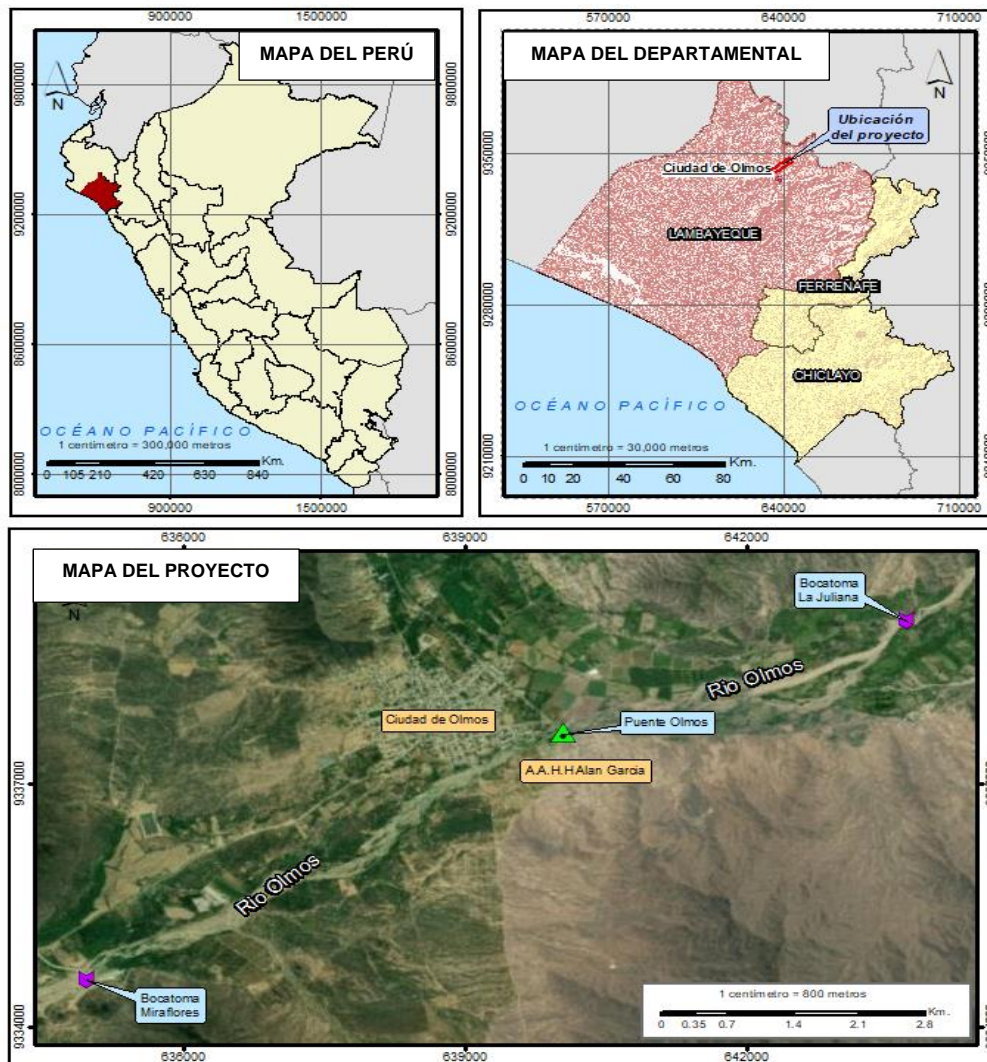


Figura 2. Ubicación del proyecto de defensas ribereñas, ubicado entre las bocatomas La Juliana y Miraflores en el distrito de Olmos

4.1.3 FINALIDAD DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La finalidad del estudio topográfico es establecer la información tanto planimétrica como altimétrica del terreno en la zona del proyecto la cual está comprendido entre las bocatomas La Juliana y Miraflores, mostrándonos una representación del relieve del cauce y zonas posibles a inundar. Para ello ha sido necesario realizar un levantamiento topográfico por tecnología LiDAR (Ligth Detection and Ranging) para obtener el modelo geométrico del tramo (necesario para realizar los cálculos hidráulicos de las zonas inundables) en zonas de interés e imágenes estereoscópicas de menos resolución para los alrededores, debido al elevado costo del estudio la empresa **INGEO SERVICE SAC**, nos ha brindado la data del servicio

de Levantamiento Topográfico con dicha tecnología con el fin de realizar el presente proyecto de investigación.

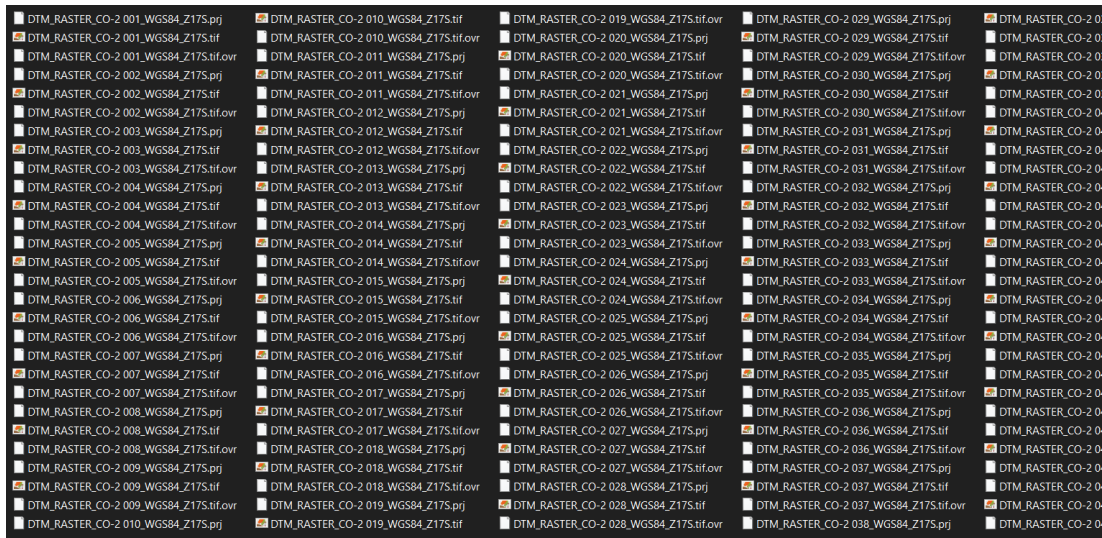


Figura 3. Archivos de imágenes LiDAR – extensión tif

Como primera actividad se realizó el reconocimiento del tramo de estudio a fin de constatar lo plasmando en el modelo geométrico, verificando información importante respecto al ancho del cauce, límites de la faja marginal, infraestructura existente, viviendas y zonas agrícolas que fueron afectadas o se encuentran propensas a alguna inundación por máximas avenidas.

El trabajo de gabinete residió en la exportación de la data al software Arcgis 10.6, estando compuestas por distintas imágenes desarrolladas con tecnología LiDAR, la cual tiene una calidad de resolución espacial muy alta, con pixel de 0.5x0.5m, la misma que fue procesada, georreferenciada y emplazada digitalmente sobre el modelo digital de elevaciones de alta resolución espacial con pixeles de 5x5m, obtenido de imágenes estereoscópicas a escala 1/5000.

4.1.4 OBTENCION DEL DEM

El trabajo de gabinete residió en la exportación de la data al software Arcgis 10.6, estando compuestas por distintas imágenes desarrolladas con tecnología LiDAR, la cual tiene una calidad de resolución espacial muy alta, con pixel de 0.5x0.5m, la

misma que fue procesada, georreferenciada y emplazada digitalmente sobre el modelo digital de elevaciones de alta resolución espacial con pixeles de 5x5m, obtenido de imágenes estereoscópicas a escala 1/5000. Lo que finalmente se obtiene es un MDE, de muy alta calidad en las zonas de interés y de calidad alta en sus alrededores, con la finalidad de obtener las manchas de inundación de la forma más naturalmente posible, sin segmentación en sus contornos. Cabe aclarar, que la precisión del modelo hidrodinámico radica fundamentalmente en la precisión del MDE.

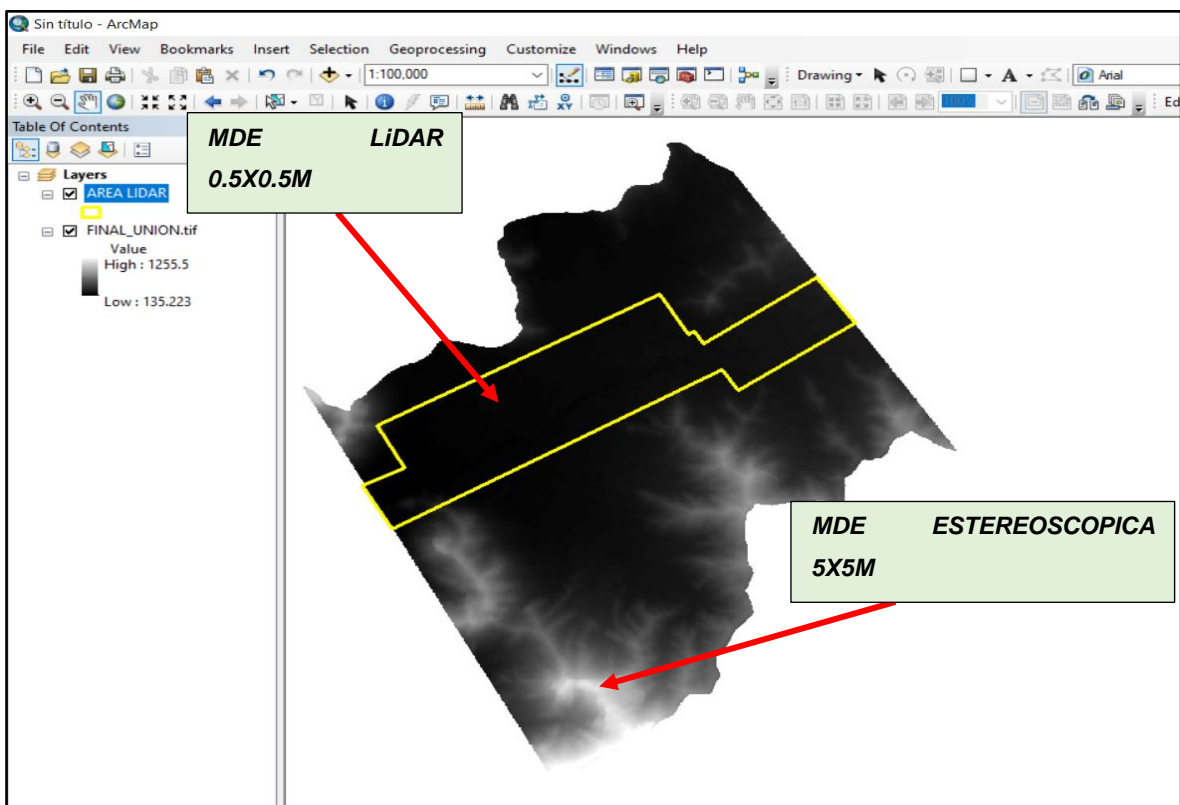


Figura 4. Superposición de modelos digitales de distinta calidad, proporcionados por INGEO SERVICE SAC para fines de esta tesis.

Property	Value
Raster Information	
Columns and Rows	29501, 36450
Number of Bands	1
Cell Size (X, Y)	0.5, 0.5
Uncompressed Size	4.01 GB
Format	TIFF
Source Type	Generic
Pixel Type	floating point
Pixel Depth	32 Bit

Figura 5. Parámetro del tamaño de celda de muy alta resolución del MDE.

El procesamiento de estas imágenes y su superposición generan como resultado el DEM TERRAIN_UNIDO que se utilizará para evaluar inundaciones en el modelamiento hidráulico mediante software HEC-RAS 5.0.5.

4.2. MODELAMIENTO HIDROLOGICO

4.2.1 OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar el caudal de máximas avenidas del río Olmos así como el periodo de retorno.

4.2.2 DELIMITACION DE LA CUENCA HIDROGRAFICA

La información cartográfica tomada para determinar criterios básicos como ubicación, orografía, altitud, etc.

La información para el proceso ha sido digitalizada en formato AsterDEM.tif que ha sido a su vez descargada del servidor <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#> la elección de esta fuente es debido a su alta resolución de 12.50m x 12.50m en mayor detalle de la zona de estudio.

A partir de este DEM se han obtenido los parámetros geomorfológicos

4.2.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS

4.2.4.1. ANALISIS DE PRECIPITACION MÁXIMA EN 24 HORAS

Cuando no se tienen datos de caudal dentro de nuestro punto o puntos de interés, el componente más importante es la precipitación, en este caso de máximas avenidas específicamente la precipitación máxima en 24 horas.

Las precipitaciones en alturas de nivel de agua medidas con pluviómetros son variables entre distintos lugares, incluso en un mismo lugar a lo largo de un periodo de tiempo, estas mediciones son parte de un conjunto de valores que por sí solo no indican nada; por tal motivo, se proceden a analizarlos y sintetizarlos en pocos valores de fácil utilización en obras hidráulicas. Para ello se ha hecho uso de modelos matemáticos que permitan representar el comportamiento de las precipitaciones dentro del área de estudio.

A) PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Dentro del ámbito de la cuenca de estudio se ha podido obtener información de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones La Viña, Motupe, Pasabar, Olmos y Porculla, que corresponde a estaciones propias de la cuenca Olmos (01) y cuencas vecinas (04). El análisis de series históricas se realiza teniendo en consideración que los datos corresponden a valores máximos, por lo tanto, no es recomendable realizar una completación y/o extensión de datos faltantes.

Tabla 2. Precipitaciones máximas en 24 horas

AÑOS DISPONIBLES	PP MAXIMA EN 24 HORAS POR ESTACIONES				
	LA VIÑA	MOTUPE	PASABAR	OLMOS	PORCUYA
1988	6.4	8.0		18.3	28.0
1989	10.5	9.5		30.6	35.0
1990	6.5	8.5		5.0	38.0
1991	6.4			17.7	25.0
1992	28.1			85.7	33.0
1993	27.1			71.2	43.0
1994	23.6	42.0		76.5	27.0
1995	19.5	11.5		26.4	26.5
1996	7.7	5.5		11.9	30.0
1997	16.3	29.5		26.6	33.8
1998	96.3	151.6		151.6	222.0
1999	39.5	11.2		52.1	21.0
2000	12.4			82.0	25.8
2001	41.6	88.6		52.0	18.4
2002	52.1	38.5		111.8	20.0
2003	29.9	7.2		26.2	18.5
2004	8.2	24.9		5.7	16.7
2005	9.4			22.4	20.0
2006	45.1			29.7	55.4
2007	2.4		42.2	31.1	17.2
2008	52.2		89.2	89.6	117.1
2009	18.0		28.7	28.5	
2010	57.4		56.5	33.2	
2011	9.1		54.4	42.4	
2012	68.0		80.2	80.2	
2013	9.8		8.8		
2014	2.5		9.6		
2015	38.3		52.0		
2016	11.5		32.6		
2017	120.8		154.9		
2018	5.1		8.1		
Media	28.44	33.58	51.43	48.34	41.50
Máx	120.80	151.60	154.90	151.60	222.00
Min	2.40	5.50	8.10	5.00	16.70

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones a través de INGEO SERVICE SAC

Elaboración: Propia

B) PERÍODO DE OBSERVACIONES HISTORIAS

Un problema que se plantea con frecuencia sobre los datos hidrológicos, como la precipitación, proviene del hecho de que las estaciones tienen períodos de registro variables. Una estación puede haber funcionado durante un período de alta precipitación, mientras que las observaciones de otra estación pudieran haber cubierto un período particularmente seco. Al comparar las observaciones de diferentes estaciones, por ejemplo, en la preparación de mapas de isoyetas anuales medias, confundiríamos la variación espacial con la variación temporal.

Para la selección del período mínimo de series históricas para la determinación de los caudales máximos, se ha utilizado un gráfico de barras tal como se muestra en la tabla siguiente, que contiene el período de registro de 05 estaciones. Lo ideal sería que todas las estaciones cuenten con el mismo período de longitud, por ejemplo, sería lo más óptimo tener los datos históricos desde 1983 hasta la actualidad, es decir tener registro de eventos extraordinarios de 1983, 1998 y 2017.

Tabla 3. Registros históricos de PPmax de 24 horas

ESTACIONES	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LA VIÑA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MOTUPE	■	■	■				■	■	■	■	■	■		■	■	■	■														
PASABAR																				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OLMOS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
PORCULLA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones

Elaboración: Propia

Toda serie temporal o cronológica, refleja el comportamiento de una variable en el tiempo, lo ideal es que se registren intervalos regulares de tiempo y que no falten observaciones intermedias; sin embargo, en muchos casos ocurre lo contrario y no se cuenta con una longitud de registros históricos adecuados.

La forma más rápida de realizar un análisis de una serie temporal es mediante una representación gráfica, mediante esta representación se puede detectar la longitud de información y su característica más sobresaliente de la serie, como presencia de valores anómalos o atípicos, valores extremos o la posible existencia de ciclos, etc. Desde este punto de vista, una serie temporal supone que tiene como componentes su tendencia, variación, ciclónica y variaciones irregulares.

De lo anterior descrito, se puede concluir que es ideal tener una adecuada longitud de registros históricos, que permitan observar la representación estadística de los componentes antes mencionados. Es por ello la importancia de contar con una longitud de información de datos que permita representar los componentes estadísticos de una serie temporal, por lo que para nuestra cuenca en estudio se ha sugerido contar como mínimo con 20 años de registros en el cual contempla el evento extremo de 1998, 2008 y 2017.

4.2.4.2. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL MODELO

Se presenta un resumen de los caudales máximos de las subcuencas aportantes en el área de estudio. Así mismo se presentan caudales en el puntos de control ubicado en la bocatoma la Juliana donde se encontraba la estación El Pueblo.

Tabla 4. Caudales máximos en las subcuencas, para diversos periodos de retorno

Nombre de cuenca	Área (Km ²)	Periodo de Retorno						
		2 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años	1000 años
Los Boliche	19.39	84.7	134.6	171.6	204.5	242.4	352.6	411.6

Elaboración: Hec-HMS

Elaboración: elaboración propia

Tabla 5. Caudales máximos en puntos de control, para diversos periodos de retorno

Nombre de cuenca	Área (Km ²)	Periodo de Retorno						
		2 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años	1000 años
Cuenca aportante inicial – Bocatoma La Juliana	258.69	359.1	560.2	709.2	842.2	995.4	1443.5	1684.2

Fuente: Hec-HMS

Elaboración: elaboración propia

El caudal de diseño para este proyecto corresponde a 100 años, tomado como base de la GUIA METODOLOGICA PARA PROYECTOS DE PROTECCION Y/O CONTROL DE INUNDACIONES EN AREAS AGRICOLAS O URBANAS, este documento nos refiere acerca de periodos de retorno recomendado para zonas agrícolas y urbanas.

Tabla 6. Caudales Periodos de retorno para diseño de proyectos de protección ante inundaciones

	ZONAS URBANAS	ZONAS RURALES
PERIODO DE RETORNO	25, 50, 100 años	10, 25, 50 años

Fuente: Guía metodológica para proyectos de protección y/o control de inundaciones en áreas agrícolas o urbanas – MEF, 2006

Elaboración: elaboración propia

4.3. MECÁNICA DE SUELOS

Como parte de nuestro proyecto de tesis es muy importante determinar las características y propiedades del suelo en el cual se va a plantear las estructuras de protección. Este estudio ha sido financiado por la empresa INGEO SERVICE SAC.

4.3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar las características físico mecánicas del suelo en las áreas donde se proyectarán los diques de protección.
- Definir la rugosidad y diámetro medio de cauce del río en estudio mediante la recolección de muestras superficiales para la simulación hidráulica.

4.3.2 RESUMEN DE RESULTADOS

El resumen de resultados de los ensayos de mecánica de suelos considerados se presenta en la siguiente tabla.

4.3.2.1. EVALUACION DE CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL SUELO

Tabla 7. Resultados de análisis de muestras profundas

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad natural	L.I.	L.p.	I.p.	SUCS	AASHTO	Peso específico (gr/cm3)	Fricción ϕ (°)	Cohesión c (kg/cm2)
CD-01	M-01	0.00 - 3.00	3.54%	14.2	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.674		
CD-02	M-01	0.00 - 2.80	4.02%	13.5	NP	NP	SP	A-1-a (0)	2.692		
CD-03	M-01	0.00 - 3.00	1.16%	13.2	NP	NP	SM	A-1-a (0)	2.695		
CD-04	M-02	0.00 - 3.00	1.03%	13.3	NP	NP	SM	A-1-a (0)	2.708	19.2	0.23
CD-05	M-01	0.00 - 2.00	3.17%	14.3	NP	NP	SM	A-1-b (0)	2.685		
CD-06	M-02	0.00 - 0.50	4.11%	15.4	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.674		
CD-07	M-01	0.00 - 0.40	1.03%	16	NP	NP	GP	A-1-a (0)	2.671		
CD-08	M-01	0.00 - 3.00	1.12%	13.1	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.685	31.7	0.03
CD-09	E-01	0.00 - 0.50	3.80%	13.3	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.677		
CD-09	E-02	0.50 - 3.00	1.74%	13.4	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)			
CD-10	E-01	0.00 - 0.80	6.01%	13.2	NP	NP	GP	A-1-a (0)	2.677		
CD-11	E-01	0.00 - 0.50	6.51%	33.2	19	14.1	GC	A-2-6 (0)	2.698		
CD-11	E-02	0.50 - 1.20	1.94%	32.1	23.2	8.96	GC	A-2-4 (0)			
CD-11	E-03	1.20 - 3.00	4.18%	17.3	16	1.34	GM	A-2-4 (0)			
CD-12	E-01	0.00 - 1.10	3.83%	14.4	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.681	32.3	0.02
CD-13	E-01	0.00 - 1.60	1.93%	14.4	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.687		
CD-14	M-01	0.00 - 1.80	1.26%	14.5	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	2.678		
CD-15	E-01	0.00 - 0.50	3.87%	14.7	NP	NP	SP	A-1-b (0)	2.672		
CD-15	E-02	0.50 - 2.10	3.44%	13.6	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)			
CD-16	M-01	0.00 - 3.00	4.89%	13	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.687	31.5	0.04
CD-17	M-01	0.00 - 1.40	3.11%	13.2	NP	NP	SP	A-3 (0)	2.673		
CD-18	M-01	0.00 - 0.60	1.92%	13.2	NP	NP	GP	A-1-a (0)	2.676	33.2	0.01
CD-19	E-01	0.00 - 0.80	1.97%	13.5	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)	2.684		
CD-19	E-02	0.80 - 1.30	4.73%	35.3	21.8	13.5	CL	A-6 (9)			
CD-19	E-03	1.30 - 3.00	4.45%	13	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)		30.7	0.05
CD-20	M-01	0.00 - 2.50	1.32%	13.3	NP	NP	SP	A-1-a (0)	2.668	28.6	0.02

Fuente: Estudios realizados en campo por INGEO SERVICE SAC.

Elaboración: Propia

De los resultados de la mecánica de suelos se puede resumir en general lo siguiente:

- Según la campaña de investigaciones geotécnicas se tiene lo siguiente en cuanto a clasificación SUCS.

Tabla 8. Resumen de clasificación de suelos en calicatas profundas realizadas

SUELO	NUMERO	%
GP-GM	10	40
GP	3	12
GC	2	8
GM	1	4
SP	4	16
SM	4	16
CL	1	4
TOTAL	25	100

Fuente: Estudios realizados en campo por INGEO SERVICE SAC.

Elaboración: Propia

- Los suelos encontrados en el tramo que comprende el tramo de la bocatoma La Juliana – bocatoma Miraflores corresponde a GP Y SP en su mayoría.
- Con respecto a la expansividad, por el tipo de suelo, los Límites Líquidos e Índice Plástico son del orden de bajo nivel de expansividad.
- Los ensayos con respecto a su peso específico oscila 2.668 g/cm³ – 2.708 g/cm³.
- La profundidad del nivel freático 0.50m a 1.40m, esto producto de la influencia de la circulación del río Olmos.
- La capacidad portante es de 3.65 kg/cm².

4.3.2.2. RUGOSIDAD EN EL TRAMO

- **Para material considerado (η_0):**

Para el material considerado identificamos que este compuesto en su mayoría por grava fina y poca presencia de grava gruesa.



Figura 7. Tramo del río compuesto por grava fina

- **Grado de irregularidad (η_1):**

Estos resultados se obtienen aplicando la ecuación de Limerinos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados de análisis de muestras superficiales

Código	Radio hidráulico (m)	D 84	η_1
M-1	2.77	19.37	0.0245
M-2	3.31	20.86	0.0247
M-3	3.15	23.08	0.0252
M-4	2.79	19.09	0.0244
M-5	3.20	29.79	0.0262
M-6	2.67	29.64	0.0262
M-7	2.78	30.31	0.0263
M-8	3.16	30.47	0.0264
M-9	3.27	31.76	0.0265
M-10	1.97	32.91	0.0267
M-11	1.94	31.75	0.0266

Fuente: Estudios realizados en campo

Elaboración: Propia

- **Grado de irregularidad (η_2):**

Para el grado de irregularidad identificamos en planta que el tamaño y la forma de las secciones cambian gradualmente, por lo que el coeficiente $\eta_2 = 0.005$.



Figura 8. Tramo del río con variación transversal ocasionalmente alternante

- **Obstrucciones (η_3):**

Para el coeficiente identificamos obstrucciones menores y despreciables en su mayoría, por lo que el coeficiente $\eta_3 = 0.000 - 0.001$



Figura 9. Tramo del río con obstrucciones menores y despreciables

- **Vegetación (η_4):**

Observamos que existe baja concentración de vegetación en el lecho del río, por lo que el coeficiente $\eta_4 = 0.005$



Figura 10. Tramo del río con baja vegetación en el lecho

- **Cantidad de meandros (η_5):**

Observamos que el grado de los meandros es apreciable visto en planta, por lo que el coeficiente $m_4 = 1.150$



Figura 11. Tramo del río con grado meándrico apreciable

Finalmente, y luego del análisis de las muestras de sedimentos extraídas del lecho del río Olmos y la evaluación a nivel de observación, las cuales se encuentran detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 10. Rugosidad final en tramo de estudio

Código	η , Margen Izquierda	η , Eje del río	η , Margen derecha
M-1	0.0785	0.0685	0.0785
M-2	0.0787	0.0587	0.0787
M-3	0.0792	0.0592	0.0792
M-4	0.0784	0.0584	0.0784
M-5	0.0802	0.0602	0.0802
M-6	0.0802	0.0602	0.0802
M-7	0.0803	0.0603	0.0803
M-8	0.0804	0.0604	0.0804
M-9	0.0815	0.0615	0.0815
M-10	0.0867	0.0717	0.0867
M-11	0.0866	0.0716	0.0866

Fuente: Estudios realizados en campo

Elaboración: Propia

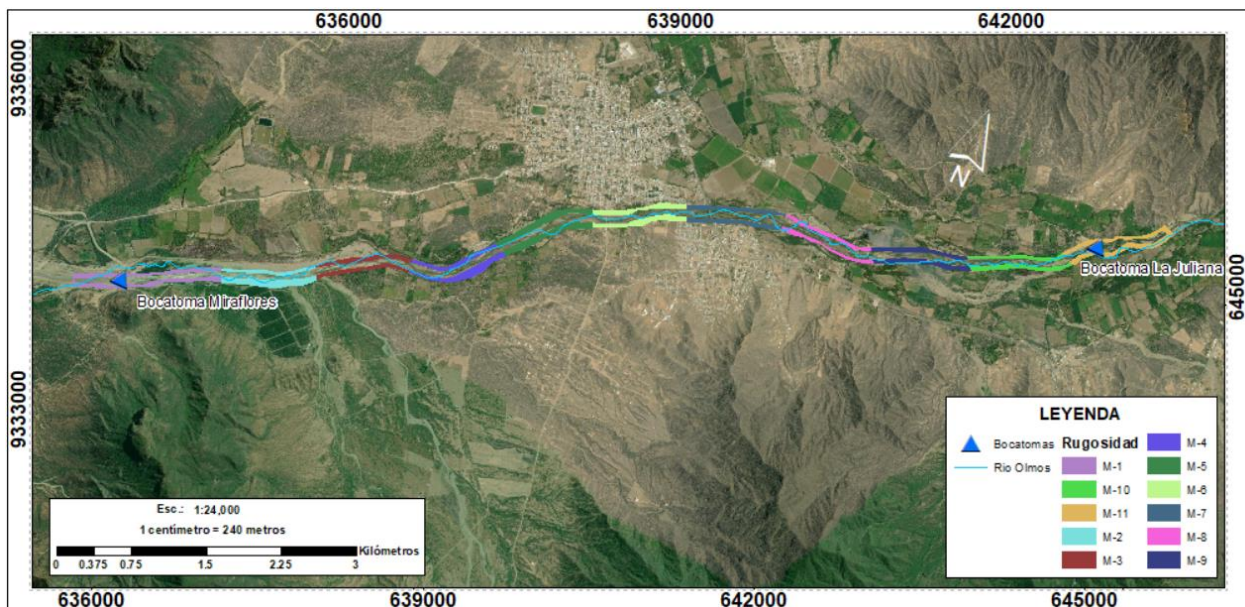


Figura 12. Distribución de la rugosidad en el tramo de estudio

4.3.2.3. DIAMETRO MEDIO DE CAUCE

Para este cálculo se ha tomado la granulometría de los mismas muestras que se extrajeron para rugosidad, aplicando el método estadístico se determinó el diámetros medio de partícula de cauce

Tabla 11. Diámetro medio estadístico para cálculo de socavación

Malla		KM 0+100		KM 1+100		KM 2+100		KM 3+100		KM 4+100	
Pulg.	d_i	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$
1 1/2"	38.10	4.39	167.40	4.30	163.96	6.78	258.15	3.73	142.16	7.29	277.71
1"	25.40	7.30	185.38	8.46	214.91	7.88	200.03	8.00	203.09	13.31	338.16
3/4"	19.05	4.54	86.47	4.52	86.15	3.69	70.28	4.30	81.91	15.43	294.00
1/2"	12.70	7.44	94.53	7.29	92.63	7.34	93.26	6.97	88.46	6.28	79.82
3/8"	9.53	4.39	41.87	4.30	41.01	4.79	45.64	5.22	49.78	7.62	72.65
1/4"	6.35	6.72	42.66	6.16	39.14	6.14	38.97	5.40	34.30	4.65	29.52
Nº 04	4.76	3.63	17.28	3.50	16.67	3.48	16.55	3.09	14.72	6.28	29.92
Nº 08	2.38	9.55	22.73	7.80	18.57	8.02	19.08	11.41	27.15	3.16	7.52
Nº 10	2.00	3.16	6.32	3.50	7.00	2.45	4.90	3.09	6.18	3.42	6.84
Nº 16	1.19	7.77	9.25	7.37	8.77	8.55	10.17	5.61	6.68	5.24	6.24
Nº 20	0.84	2.51	2.10	2.84	2.39	3.30	2.77	3.55	2.99	4.50	3.78
Nº 30	0.59	5.37	3.17	4.96	2.93	5.60	3.31	4.44	2.62	2.57	1.51
Nº 40	0.42	7.33	3.08	8.21	3.45	6.95	2.92	10.52	4.42	3.42	1.44
Nº 50	0.30	12.75	3.82	13.46	4.04	12.38	3.71	12.12	3.64	2.90	0.87
Nº 80	0.18	2.83	0.51	3.10	0.56	2.48	0.45	3.55	0.64	4.28	0.77
Nº 100	0.15	3.49	0.52	3.28	0.49	3.12	0.47	2.06	0.31	2.57	0.38
Nº 200	0.07	2.83	0.20	3.25	0.23	3.02	0.21	3.41	0.24	3.16	0.22
<Nº 200	0.00	3.99	0.00	3.68	0.00	4.04	0.00	3.52	0.00	3.90	0.00
TOTAL		100	687.29	100	702.88	100	770.85	100	669.29	100	1151.37
Dm		6.87		7.03		7.71		6.69		11.51	
Malla		KM 5+100		KM 6+100		KM 7+100		KM 8+100		KM 9+100	
Pulg.	d_i	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$	p_i	$d_i p_i$
1 1/2"	38.10	7.85	299.04	8.35	318.24	8.38	319.16	9.44	359.54	8.73	332.43
1"	25.40	12.24	310.91	12.47	316.76	12.70	322.47	13.15	334.09	17.79	451.82
3/4"	19.05	18.38	350.17	15.62	297.52	15.60	297.17	8.04	153.22	7.24	137.87
1/2"	12.70	5.08	64.56	4.86	61.68	5.88	74.71	7.81	99.20	9.64	122.40
3/8"	9.53	8.17	77.90	10.45	99.60	12.10	115.31	3.83	36.53	10.86	103.45
1/4"	6.35	6.18	39.25	4.70	29.85	4.50	28.61	5.05	32.08	4.23	26.84
Nº 04	4.76	2.81	13.36	7.81	37.17	6.07	28.89	2.99	14.24	3.45	16.42
Nº 08	2.38	3.74	8.90	2.25	5.36	3.16	7.53	6.59	15.69	2.33	5.55
Nº 10	2.00	5.04	10.09	3.89	7.77	3.80	7.60	1.54	3.08	3.31	6.63
Nº 16	1.19	4.07	4.84	4.78	5.69	4.50	5.36	7.43	8.85	5.34	6.36
Nº 20	0.84	2.36	1.98	2.68	2.25	2.16	1.81	2.82	2.37	4.97	4.18
Nº 30	0.59	3.54	2.09	3.57	2.11	2.57	1.52	4.76	2.81	2.87	2.93
Nº 40	0.42	4.15	1.74	2.25	0.95	3.65	1.53	10.60	4.45	2.13	1.21
Nº 50	0.30	2.36	0.71	3.89	1.17	3.16	0.95	6.94	2.08	2.33	0.64
Nº 80	0.18	3.90	0.70	2.25	0.41	2.76	0.50	1.63	0.29	3.45	0.42
Nº 100	0.15	3.17	0.48	3.38	0.51	1.94	0.29	1.10	0.17	4.23	0.52
Nº 200	0.07	4.15	0.29	3.07	0.21	3.28	0.23	1.83	0.13	2.64	0.30
<Nº 200	0.00	2.81	0.00	3.73	0.00	3.80	0.00	4.44	0.00	4.46	0.00
TOTAL		100	1187.00	100	1187.23	100	1213.61	100	1068.80	100	1219.97
Dm		11.87		11.87		12.14		10.69		12.20	

Fuente: Estudios realizados en campo

Elaboración: Propia

4.4. MODELAMIENTO HIDRÁULICO

Últimamente se han desarrollado métodos por los cuales, como resultado de experimentos realizados en modelos a escala reducida, es posible predecir la conducta de una estructura o prototipo, este sistema semejante reducido o simplificado es lo que llamamos modelo, frente a la realidad que llamamos prototipo.

Los principios en que se basa este procedimiento incluyen las teorías de similitud hidráulica. El análisis de las relaciones básicas de las diversas cantidades físicas incluidas en el movimiento y la acción dinámica del fluido denominada análisis dimensional representado en un modelo matemático, que busca simular el flujo de agua en un río para con ello intentar conocer los valores que toman las variables hidráulicas a partir de la resolución por métodos numéricos de ecuaciones obtenidas de una serie de hipótesis.

Para nuestro proyecto de investigación se utilizará el software HEC-RAS - Sistema de análisis fluvial (RAS - River Analysis System), ya que es uno de los principales modelos para la realización de estudios hidráulicos, siendo el software seleccionado para la modelación de caudales con una metodología numérica bidimensional (2D), logrando que partir de la geometría del cauce, la morfología del terreno a estudiar y el hidrograma de caudales para nuestro periodo de retorno, se pueda obtener extensión de la lámina de agua sobre toda la llanura inundable y/o la altura de la misma en el cauce. Al mismo tiempo, se podrá obtener mapas de detalle de la extensión de la inundación y de la distribución de las velocidades de flujo.

Por lo que se opta por HEC RAS versión 5.0.5, que a través de su herramienta RAS Mapper nos permite la modelación en dos dimensiones. La particularidad más notable al momento de adecuar la malla 2D al terreno subyacente es el tiempo empleado, si hablamos de evaluar grandes llanuras de inundación (cuencas). Entre los parámetros computacionales destacamos los siguientes: la dimensión de malla y paso de tiempo computacional, pues nos permiten asegurar la estabilidad del modelo.

La precisión del resultado depende mucho de la topografía, la cual esta determinada por el modelo digital de elevaciones (MDE), este modelo permite establecer la estructura y la morfología del río, estableciendo los parámetros geométricos de las secciones transversales y longitudinales del cauce y sus meandros, así como la forma del fondo del lecho, base primordial que nos permite analizar los procesos dinámicos del flujo que llevan a la transformación de sus valores, en función al tiempo, de los principales parámetros característicos (calado, velocidad, caudal, etc.) de los cursos de agua ante un evento máximo.

4.4.1 OBJETIVO ESPECIFICO

- Obtener parámetros hidráulicos tales como tirante y velocidad, necesarios para realizar el diseño hidráulico de los diques.

4.4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO – SIN PROYECTO

Realizado todo correctamente corremos el programa con la finalidad de obtener manchas de inundación en función a los parámetros introducidos, para poder realizar el diseño de defensas ribereñas conveniente, la data de inundación obtenida es la siguiente:

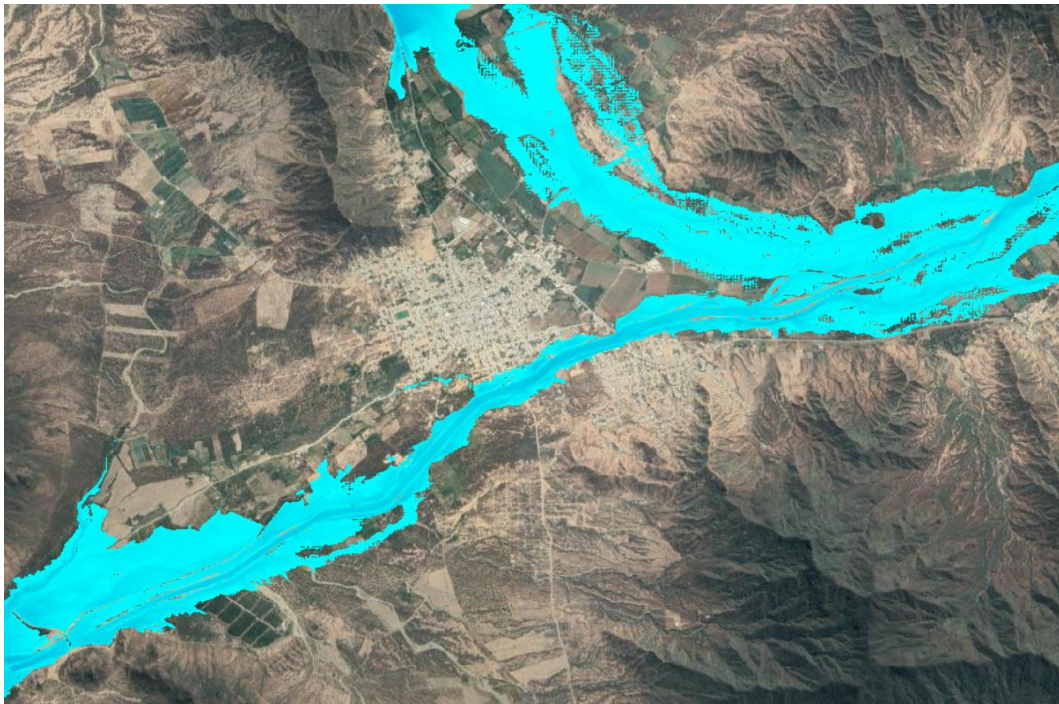


Figura 13. Mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años – Tirante.

En la situación “Sin Proyecto”, se aprecia que la superficie en riesgo de inundación tiene tendencia a incrementarse progresivamente. A medida que pasa el tiempo, este incremento es más notorio producto de la carencia de trabajos de limpieza de sedimentos y material arrastrado (arenas y limos), lo cual va a provocar que, en el futuro, las inundaciones que ocurran generen a su paso grandes daños, por desbordes, fallas en diques provisorios, volcamientos y deslizamientos fluviales, y que éstas afecten cada vez más a las viviendas, parcelas y vías de comunicación.

Los parámetros de inundación como el tirante y la velocidad influyen en la dinámica del flujo, tomando tirantes máximos en el cauce del río y va disminuyendo conforme la inundación desborda, así como la velocidad supera los 8 m/s en el cauce del río, dado que cuando la pendiente comienza a disminuir, la velocidad máxima también disminuye gradualmente y el tirante se incrementa llegando incluso a 4.00 m, pasando de régimen supercrítico a subcrítico.

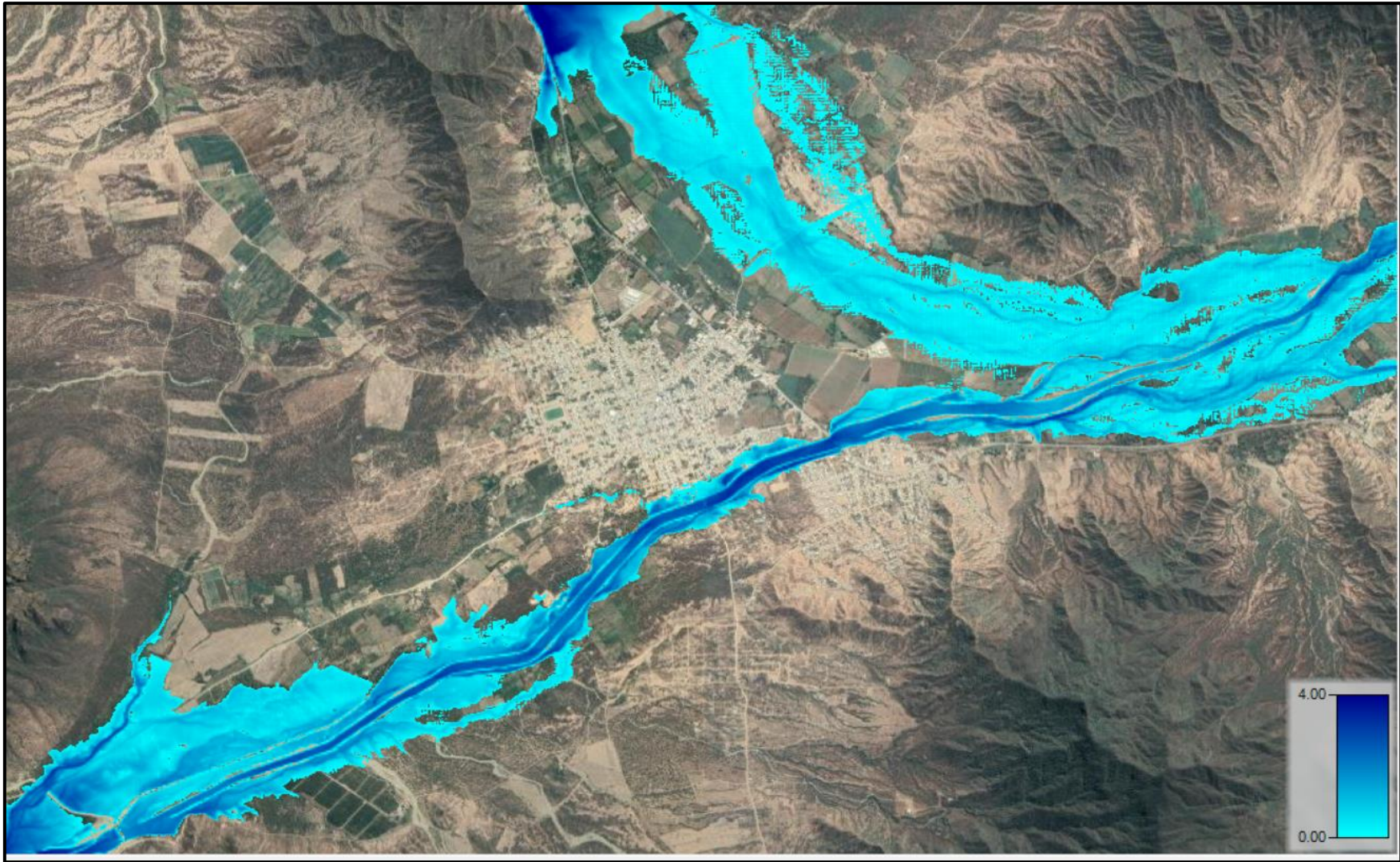


Figura 14. Tirantes en inundación para periodo de retorno de 100 años.



Figura 15. Velocidades en inundación para periodo de retorno de 100 años

Posteriormente, en el tramo de inundación se ha cuantificado los daños para causados por la inundación en condiciones de máximas avenidas, identificando las potenciales afectaciones como áreas agrícolas, pozos en condición de utilizables y no utilizables, viviendas, unidades productoras, canales, redes viales nacional y red vial vecinal.

Tabla 12. Cuantificación de los daños causados por inundación en el escenario proyectado.

POTENCIALES AFECTACIONES DE:	CANTIDADES AFECTADAS PR 100	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
Parcelas	668.00	Ha	
Pozos	76.00	und.	Utilizable
	4.00	und	No utilizable
Viviendas	250.00	und	
Unidades Productoras	1.00	und	Iglesia
	1.00	und	Capilla
	1.00	und	Parque
Canales	25.46	km	Comisión Olmos
Red Vial	2.09	km	Nacional
	4.82	Km	Vecinal

Fuente: Shapes Minedu -MTC – INEI – ANA

Elaboración: Elaboración Propia

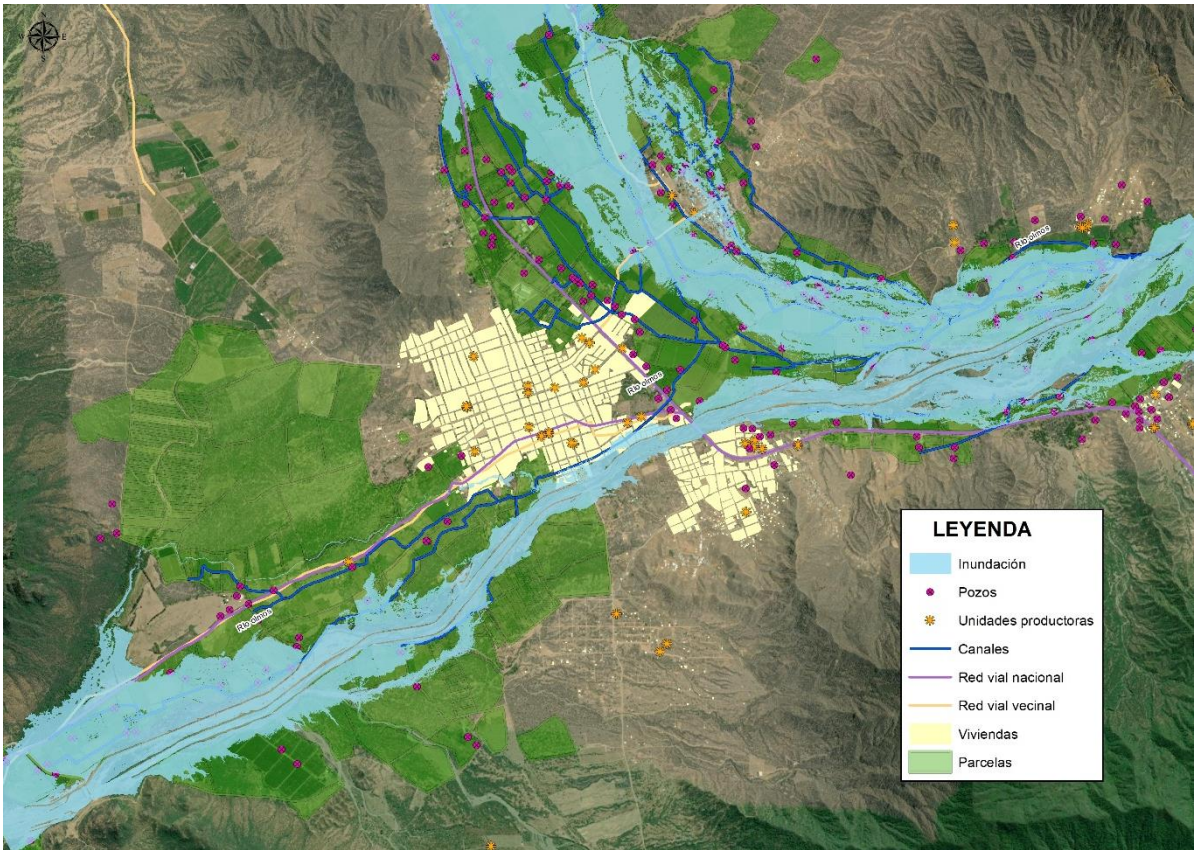


Figura 16. Zona de afectación por Inundación sin proyecto

4.4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO – CON PROYECTO

Realizado el diseño de las defensas de protección corremos el programa con la finalidad de obtener manchas de inundación con proyecto, la data de inundación obtenida es la siguiente

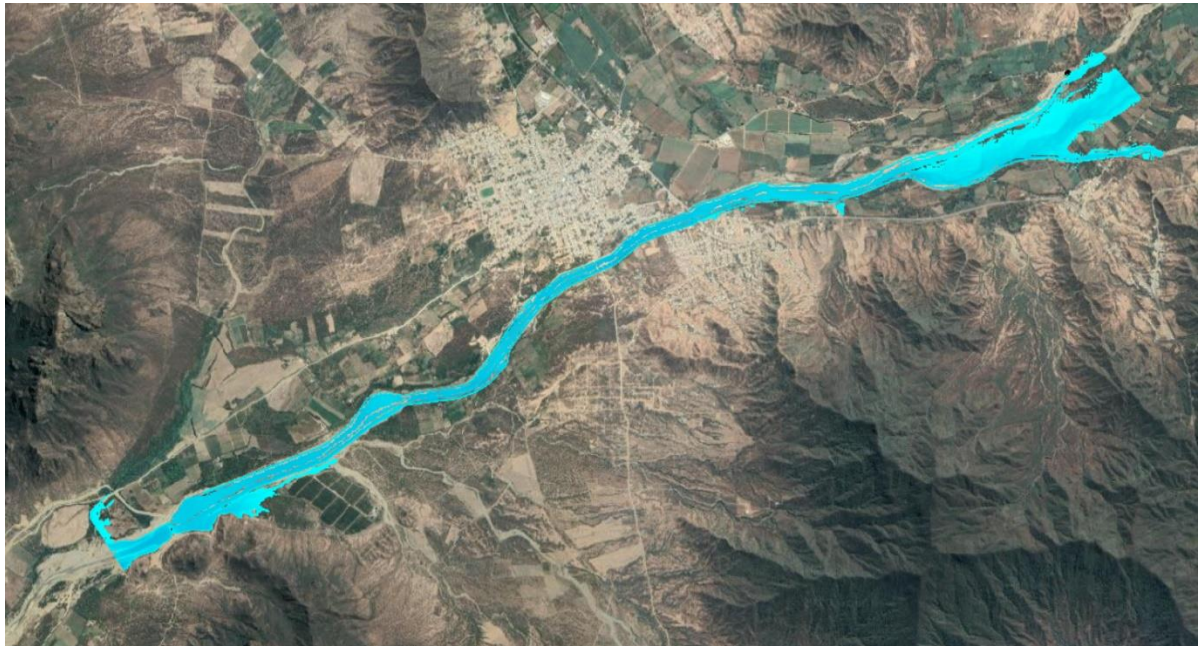


Figura 17. Mancha de inundación con proyecto para un periodo de retorno de 100 años.

Se ha hecho el mismo procedimiento para todas las secciones que se han tomado en el cauce del río Olmos dentro del área de influencia del proyecto.

Se presentan mapas de inundación sin proyecto y con proyecto que se pueden verificar en ANEXO N° 14: MAPAS Y PLANOS

Obtenida la mancha de inundación con el comportamiento de los nuevos diques en condiciones de máximas avenidas realizamos la cuantificación de los daños evitados, resultando una diferencia importante en la cantidad de potenciales afectaciones, identificando positivamente la necesidad de un proyecto de defensas ribereñas para el cauce del río en estudio como a continuación se muestra:

Tabla 13. Cuantificación de los daños causados por inundación en el escenario proyectado.

POTENCIALES AFECTACIONES DE:	CANTIDADES AFECTADAS PR 100	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
<i>Parcelas</i>	32	Ha	
<i>Pozos</i>	7	und	Utilizable
<i>Viviendas</i>	15	und	
<i>Unidades Productoras</i>	1	und	Institución Educativa
<i>Canales</i>	1.45	km	Comisión Olmos
<i>Red Vial</i>	0.15	km	Nacional
	0.27	Km	Vecinal

Fuente: Shapes Minedu -MTC – INEI – ANA

Elaboración: Elaboración Propia

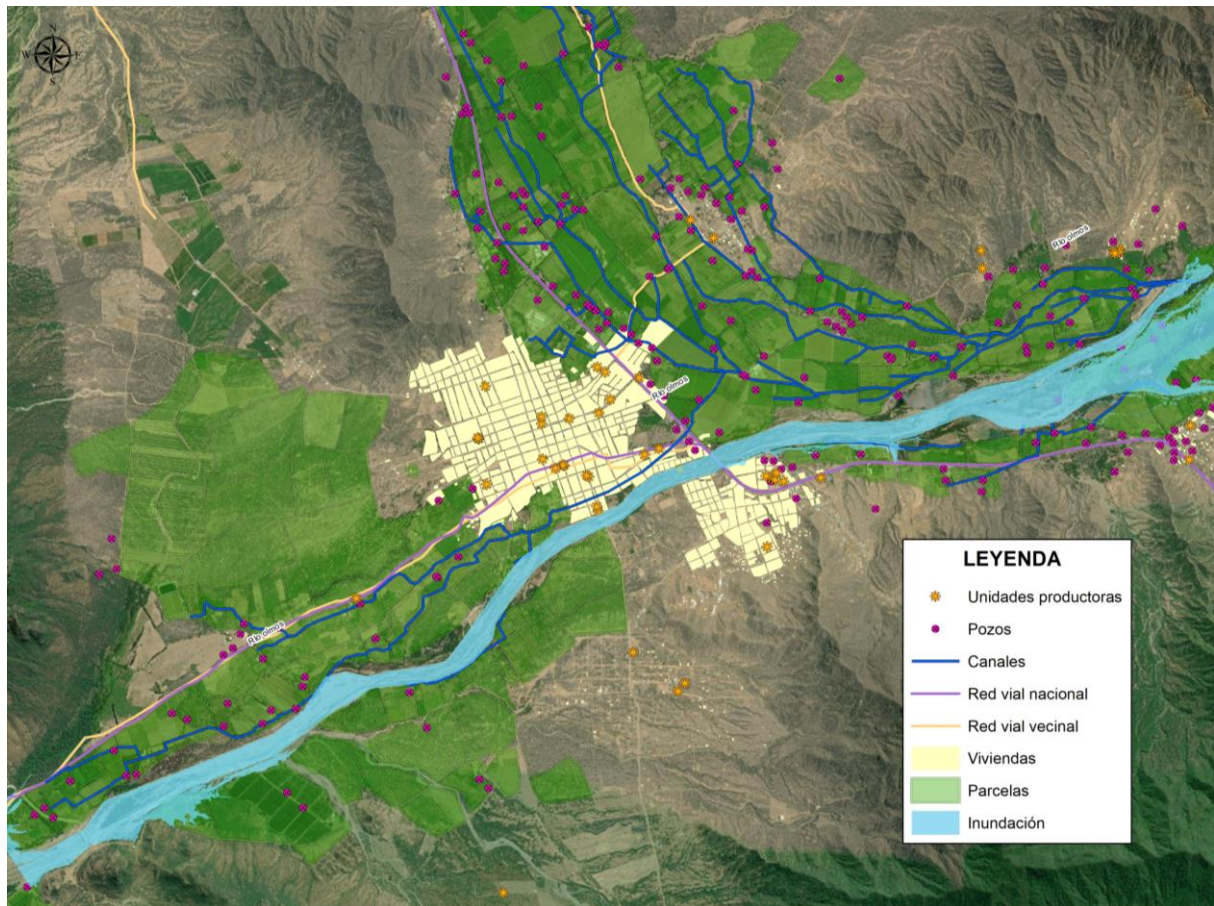


Figura 18. Zona de afectación por Inundación sin proyecto

4.4.4 RESULTADO DE TIRANTES Y VELOCIDAD PARA DISEÑO

Necesario para el diseño hidráulico y estructural son los tirantes y velocidades obtenidos de la data del software HEC-RAS, se presentan en la siguiente tabla los resultados.

Tabla 14. Resumen de parámetros de tirante y velocidad por sección transversal

Progresiva (Km)	Tir. Promedio (m.)	Tir. Máximo (m.)	Tir. Normal (m.)	Vel. Máxima (m/s)	Progresiva (Km)	Tir. Promedio (m.)	Tir. Máximo (m.)	Tir. Normal (m.)	Vel. Máxima (m/s)
9+600	1.53	2.69	1.86	2.54	5+475	3.50	3.86	3.73	3.22
8+700	2.21	3.34	3.11	2.61	5+450	3.50	3.88	3.62	3.13
8+650	2.31	3.09	2.32	2.83	5+000	3.23	3.48	3.45	2.79
8+600	2.35	2.93	2.39	2.88	4+950	3.25	3.53	3.25	2.69
8+550	2.38	2.88	2.84	2.70	4+925	3.29	3.76	3.28	2.72
8+500	2.61	3.15	2.90	2.71	4+900	3.31	3.76	3.28	2.59
8+450	2.74	3.06	3.06	2.80	4+875	3.45	3.90	3.33	2.48
8+400	2.77	3.18	2.96	2.83	4+700	3.32	3.63	3.59	2.66
8+000	2.66	3.26	3.15	2.73	4+675	3.23	3.88	3.43	2.71
7+950	2.61	3.12	2.34	2.75	4+650	3.45	3.97	3.97	2.83
7+900	2.41	2.97	2.38	2.76	4+625	3.19	3.77	3.13	2.92
7+850	2.59	3.26	3.22	2.62	4+600	3.10	3.65	3.14	2.82
7+800	2.63	3.15	3.14	2.52	4+575	3.06	3.62	3.13	2.82
7+750	2.70	3.09	2.57	2.50	4+550	3.00	3.55	3.10	2.88
7+600	2.54	2.90	2.68	2.65	4+525	3.01	3.72	3.02	2.84
7+125	2.20	2.93	2.44	2.75	3+600	3.90	4.43	3.71	2.80
7+100	2.42	2.76	2.40	2.61	3+575	3.85	4.33	4.01	2.48
7+050	2.63	3.07	2.48	2.48	3+550	3.63	4.13	3.95	2.47
7+000	2.74	3.13	2.99	2.50	3+525	3.79	4.13	3.91	2.72
6+600	3.31	3.65	3.64	2.63	3+500	3.60	4.05	3.84	3.15
5+850	3.54	3.92	3.67	2.66	2+700	2.44	2.83	2.46	2.24
5+825	3.56	3.85	3.67	2.73	2+675	2.46	2.81	2.47	2.10
5+800	3.52	3.78	3.65	2.76	2+650	2.48	2.77	2.47	1.96
5+750	3.57	4.15	3.61	2.71	2+625	2.57	2.81	2.70	1.93
5+600	3.36	3.94	3.83	2.89	2+600	2.60	2.86	2.67	1.81
5+525	3.56	3.80	3.73	3.22	2+575	2.67	2.85	2.73	1.73
5+500	3.56	3.83	3.65	3.21	1+600	3.13	3.61	3.24	2.25

Fuente: Inundación generada en software Hec-Ras 5.0

Elaboración: Elaboración Propia

4.5. SIMULACION HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL

Del modelamiento hidráulico se obtuvo parámetros de caudal, tirante, velocidad y de más que son necesarios para elaborar los diseños correspondientes de los elementos de protección ante máximas avenidas correspondientes al presente perfil. Para tal fin se requiere tener presente los criterios o consideraciones necesarios para el mismo.

4.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la simulación hidráulica y estructural de diques para prevenir considerablemente la inundación a causa del desborde del río Olmos en condiciones de máximas avenidas, tramo entre bocatomas La Juliana y Miraflores, distrito de Olmos, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque-2021.

4.5.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Con el objetivo claro de dar sustento a los diques propuestos para evitar daños por inundación en el área de influencia del proyecto es que se debe cumplir con criterios de diseño adecuados que sean capaces de satisfacer las necesidades expuestas, para ello se debe analizar ubicación, longitud, altura de dique, ancho de corona, talud húmedo y seco, socavación, etc.

4.5.3 PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO

Para plantear los diques necesarios que cumplan el objetivo se ha tenido en cuenta que en algunos tramos del río existen diques que pueden ser mejorados o reconstruidos según sea el caso, también será necesaria demolición de algunos que no satisfagan criterios de ancho estable, se puede verificar los diques existentes en el ANEXO N° 3: INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El planteamiento hidráulico del proyecto contempla la construcción y mejoramiento de diques para defensa ribereña aplicando tecnología de enrocado en ambos márgenes del río Olmos entre los paralelos 9339100N – 9334900N y 635260E – 644430E que, ante un escenario con presa de laminación, aguas arriba del proyecto, encauzarán un caudal de 995.4 y 1022 m³/s en la entrada del tramo y a la altura del puente Olmos respectivamente. El caudal ha sido obtenido mediante

modelamiento hidráulico para el peor escenario, en condiciones húmedas, para flujo permanente y variado dado un periodo de retorno de evento extraordinario de 100 años.

El sistema adoptado para las defensas ribereñas estará conformado en la margen derecha por 9654.00 m de diques (8034.00 m de mejoramiento y 1620.00 m de construcción) y en la margen izquierda por 7713.00 m de diques (287.00m de mejoramiento y 7426.00 m de construcción).

Estos diques con forma trapezoidal tendrán alturas variables de 4.00m, 4.50m y 5.00m con talud en cara húmeda de 1.85 y ancho de corona de 5.00m. contando ancho de enrocado.

Para detalle revisar el ANEXO N° 14: MAPAS Y PLANOS

Tabla 15. Ubicación de diques proyectados contra la inundación

DIQUES PROYECTADOS								
Margen derecha								
Obra proyectada	Progresiva del río		Coordenadas WGS84 UTM 17S				Longitud (m)	Tipo de intervención
			INICIO		FIN			
Defensa ribereña	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Dique n°1	8+360.00	10+500.00	641860.76	9338078.76	643698.69	9339053.07	2125.00	Mejoramiento
Dique n°2	7+060.00	8+360.00	640628.19	9337936.56	641860.76	9338078.76	1256.00	Mejoramiento
Dique n°3	6+400.00	7+060.00	640004.43	9337686.20	640628.19	9337936.56	678.00	Mejoramiento
Dique n°4	4+800.00	6+385.00	639995.44	9337676.09	638636.50	9336963.82	1536.00	Mejoramiento
Dique n°5	3+590.00	4+800.00	638698.83	9337195.25	638568.61	9336903.58	1100.00	Construcción
Dique n°6	3+010.00	3+590.00	637896.50	9336042.77	637402.39	9335924.99	527.00	Mejoramiento
Dique n°7	2+450.00	3+010.00	636878.39	9335873.25	637392.12	9335923.28	520.00	Construcción
Dique n°8	0+510.00	2+450.00	636879.21	9335872.67	635275.33	9334940.21	1912.00	Mejoramiento
Longitud total de diques proyectados en margen derecha							9654.00	metros
Margen izquierda								
Obra proyectada	Progresiva del río		Coordenadas WGS84 UTM 17S				Longitud (m)	Tipo de intervención
			INICIO		FIN			
Defensa ribereña	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Dique n°1	7+880.00	10+500.00	641481.93	9337761.81	644418.99	9338244.91	2801.00	Construcción
Dique n°2	6+400.00	7+880.00	640113.17	9337575.33	641439.38	9337750.07	1351.00	Construcción
Dique n°3	4+590.00	6+385.00	638588.71	9336744.04	640109.67	9337559.80	1736.00	Construcción
Dique n°4	4+310.00	4+590.00	638410.35	9336517.94	638589.36	9336744.81	287.00	Mejoramiento
Dique n°5	2+790.00	4+310.00	637222.45	9335755.90	638410.89	9336518.78	1538.00	Construcción
Longitud total de diques proyectados en margen izquierda							7713.00	metros

Fuente: Elaboración Propia

Elaboración: Elaboración Propia

4.5.4 CAUDAL DE DISEÑO

De acuerdo al estudio hidrológico para 100 años corresponde un caudal de ingreso en la bocatoma la Juliana de 1022 m³/s y de 950 m³/s a la altura del puente Olmos.

4.5.5 ANCHO ESTABLE

Se ha realizado el cálculo del ancho de equilibrio del río Olmos entre el tramo Bocatoma La Juliana a Bocatoma Miraflores teniendo en cuenta la propiedades hidráulicas y sedimentarias del cauce de una corriente equilibrada que muestra tendencias tanto de erosión, socavación y colmatación. En los siguientes cuadros se detalla las fórmulas utilizadas para el cálculo del ancho de equilibrio o ancho estable por distintos métodos: (1) Método de Petits, (2) Método de Simons y Henderson, (3) Método de Manning y Strickler, (4) Método de Blench y Altunin, (5) Recomendación práctica. Todos estos métodos son empíricos y bajo la teoría del régimen estable.

Se debe rescatar antes, que los cálculos de ancho estable corresponden a un escenario sin proyecto en el cual el flujo natural del río fluye con un caudal máximo al no encontrar estructuras que se opongan a éste. En el siguiente esquema se muestra la distribución de caudales extraídos del anexo de modelamiento hidráulico del presente proyecto. El detalle del calculo se encuentra en el ANEXO N° 13: CALCULO DE ANCHO ESTABLE

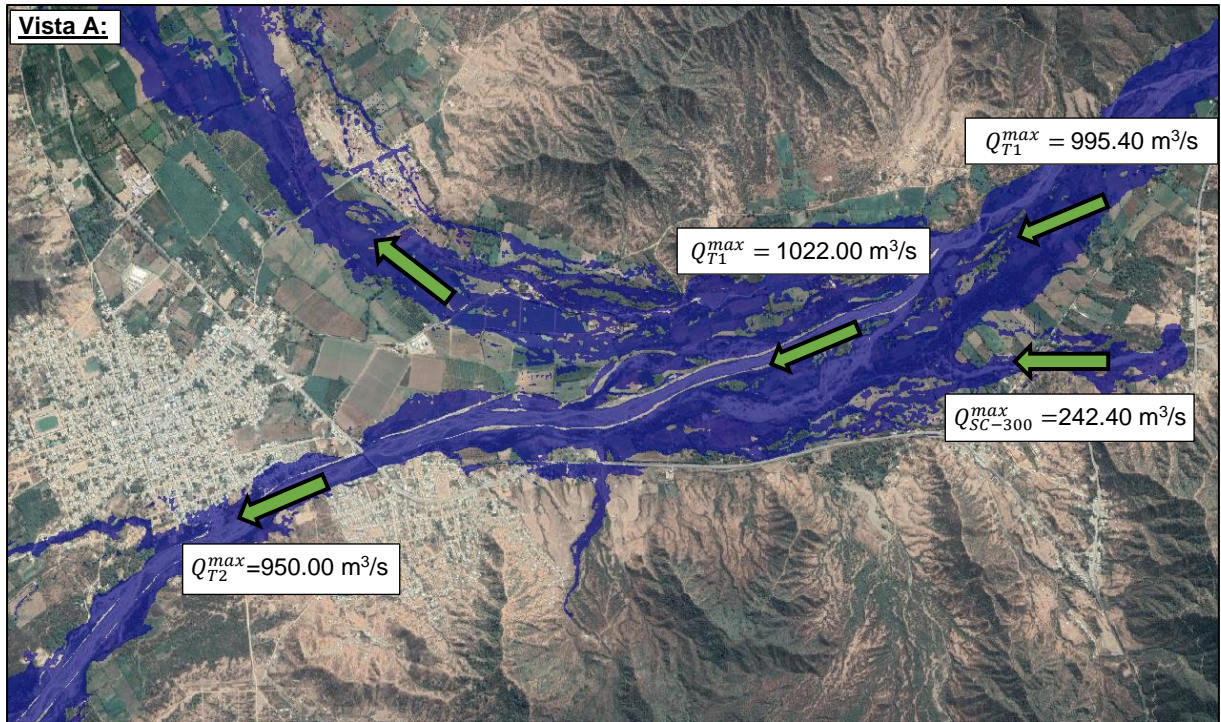


Figura 19. Distribución de caudales en área de estudio

Tabla 16. Resultado de valores finales de ancho estable según los 5 métodos

Progresiva (Km)	Ancho estable en metros								¿Se respeta el criterio de ancho estable?
	Petits	Simons y Henderson	Manning y Strickler	Blench y Altunin	Recomendación práctica	Ancho estable promedio	Ancho estable redondeado	Ancho considerado en modelamiento de diques	
9+600	141.94	92.71	118.41	141.74	100.88	119.14	120.00	420	OK
8+700	141.94	92.71	121.83	141.74	100.88	119.82	120.00	240	OK
8+650	141.94	92.71	121.83	141.74	100.88	119.82	120.00	210	OK
8+600	141.94	92.71	121.83	141.74	100.88	119.82	120.00	180	OK
8+550	141.94	92.71	121.83	141.74	100.88	119.82	120.00	170	OK
8+500	141.94	92.71	121.83	141.74	100.88	119.82	120.00	160	OK
8+450	141.94	92.71	121.83	141.74	100.88	119.82	120.00	150	OK
8+400	141.94	92.71	121.83	141.74	100.88	119.82	120.00	150	OK
8+000	141.94	92.71	129.23	141.74	100.88	121.30	120.00	160	OK
7+950	141.94	92.71	129.23	141.74	100.88	121.30	120.00	160	OK
7+900	141.94	92.71	129.23	141.74	100.88	121.30	120.00	160	OK
7+850	136.85	89.38	124.59	136.65	97.00	116.90	115.00	185	OK
7+800	136.85	89.38	124.59	136.65	97.00	116.90	115.00	180	OK
7+750	136.85	89.38	124.59	136.65	97.00	116.90	115.00	175	OK
7+600	136.85	89.38	124.59	136.65	97.00	116.90	115.00	170	OK
7+125	136.85	89.38	130.18	136.65	97.00	118.01	120.00	185	OK
7+100	136.85	89.38	130.18	136.65	97.00	118.01	120.00	190	OK
7+050	136.85	89.38	130.18	136.65	97.00	118.01	120.00	185	OK
7+000	136.85	89.38	130.18	136.65	97.00	118.01	120.00	170	OK
6+600	136.85	89.38	137.89	136.65	97.00	119.56	120.00	150	OK
5+850	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	140	OK
5+825	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	135	OK
5+800	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	130	OK
5+750	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	130	OK
5+600	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	122	OK
5+525	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	120	OK
5+500	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	120	OK
5+475	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	120	OK
5+450	136.85	89.38	130.08	136.65	97.00	117.99	120.00	120	OK
5+000	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	135	OK
4+950	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	140	OK
4+925	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	145	OK
4+900	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	140	OK
4+875	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	135	OK
4+700	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	135	OK
4+675	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	130	OK
4+650	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	130	OK
4+625	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	140	OK
4+600	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	150	OK
4+575	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	145	OK

Progresiva (Km)	Ancho estable en metros								¿Se respeta el criterio de ancho estable?
	Petits	Simons y Henderson	Manning y Strickler	Blench y Altunin	Recomendación práctica	Ancho estable promedio	Ancho estable redondeado	Ancho considerado en modelamiento de diques	
4+550	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	145	OK
4+525	136.85	89.38	118.04	136.65	97.00	115.59	115.00	145	OK
3+600	136.85	89.38	156.07	136.65	97.00	123.19	125.00	145	OK
3+575	136.85	89.38	156.07	136.65	97.00	123.19	125.00	135	OK
3+550	136.85	89.38	156.07	136.65	97.00	123.19	125.00	130	OK
3+525	136.85	89.38	156.07	136.65	97.00	123.19	125.00	125	OK
3+500	136.85	89.38	156.07	136.65	97.00	123.19	125.00	125	OK
2+700	136.85	89.38	157.05	136.65	97.00	123.39	125.00	215	OK
2+675	136.85	89.38	157.05	136.65	97.00	123.39	125.00	235	OK
2+650	136.85	89.38	157.05	136.65	97.00	123.39	125.00	250	OK
2+625	136.85	89.38	157.05	136.65	97.00	123.39	125.00	275	OK
2+600	136.85	89.38	157.05	136.65	97.00	123.39	125.00	284	OK
2+575	136.85	89.38	157.05	136.65	97.00	123.39	125.00	275	OK
1+600	136.85	89.38	141.25	136.65	97.00	120.23	120.00	164	OK

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

De acuerdo con la teoría del régimen, el ancho estable para el caudal sin intervención de 1022.00 y 950.00 m³/s, dentro del marco de los regímenes hidrológico e hidráulico se ha considerado un ancho estable entre 115 y 125 m; este ancho permitirá tener un nivel de flujo adecuado y de esta manera no sobredimensionar la obra.

4.5.6 ANCHO DE CORONA

Siendo el caudal de diseño para el proyecto 1022 y 950 m³/s entonces adoptaremos un valor medio entre 4 y 6 metros, es decir 5.00 m.

4.5.7 TALUD DE DIQUE

Siendo el rango de taludes recomendados entre 1:1 a 1:2, se opta por elegir el talud de 1:1.85 para la cara húmeda y 1:1.5 para la cara seca.

4.5.8 ALTURA DE DIQUE Y BORDE LIBRE

Para el cálculo del borde libre de cada dique se ha obtenido el valor máximo por tramo, dadas las progresivas que abarca el dique requerido, dado que el caudal se encuentra en el rango de 954– 1022 m³/s el coeficiente ϕ es de 1.20 o 1.40, por un tema de seguridad se ha considerado 1.40 en todos los tramos y se ha adoptado una gravedad de 9.81 m/s².

Tabla 17. Resultado de Altura de dique y borde libre

Progre siva (Km)	Parámetros hidráulicos						Margen izquierda del río Olmos					Margen derecha del río Olmos				
	Q (m ³ /s)	V (m/s)	ϕ	e	B_l	B_r	B_l (máx.)	Dique M. Izq.	H	H (máx.)	H (adopt.)	B_l (máx.)	Dique M. Der.	H	H (máx.)	H (adopt.)
9+600	1022.00	2.54	1.40	0.33	0.46	0.50	0.60	1	3.20	3.80	4.00	0.60	1	3.20	3.75	4.00
8+700	1022.00	2.61	1.40	0.35	0.49	0.50			3.75							
8+650	1022.00	2.83	1.40	0.41	0.57	0.60			3.65							
8+600	1022.00	2.88	1.40	0.42	0.59	0.60			3.40							
8+550	1022.00	2.70	1.40	0.37	0.52	0.55			3.40							
8+500	1022.00	2.71	1.40	0.37	0.52	0.55			3.75							
8+450	1022.00	2.80	1.40	0.40	0.56	0.60			3.65							
8+400	1022.00	2.83	1.40	0.41	0.57	0.60			3.60							
8+000	1022.00	2.73	1.40	0.38	0.53	0.55			3.75							
7+950	1022.00	2.75	1.40	0.39	0.54	0.55			3.75							
7+900	1022.00	2.76	1.40	0.39	0.54	0.55	3.60									
7+850	950.00	2.62	1.40	0.35	0.49	0.50	3.80	0.55	2	4.20	0.55	2	3.70	3.75	4.00	
7+800	950.00	2.52	1.40	0.32	0.45	0.50	3.70									
7+750	950.00	2.50	1.40	0.32	0.45	0.45	3.65									
7+600	950.00	2.65	1.40	0.36	0.50	0.55	3.45									
7+125	950.00	2.75	1.40	0.39	0.54	0.55	3.15									
7+100	950.00	2.61	1.40	0.35	0.49	0.50	3.15									
7+050	950.00	2.48	1.40	0.31	0.44	0.45	3.45									
7+000	950.00	2.50	1.40	0.32	0.44	0.45	3.55									
6+600	950.00	2.63	1.40	0.35	0.49	0.50	4.20									
5+850	950.00	2.66	1.40	0.36	0.50	0.55	4.55						0.75			3
5+825	950.00	2.73	1.40	0.38	0.53	0.55	4.50									
5+800	950.00	2.76	1.40	0.39	0.54	0.55	4.51									
5+750	950.00	2.71	1.40	0.38	0.53	0.55	4.53									
5+600	950.00	2.89	1.40	0.43	0.60	0.60	4.55									
5+525	950.00	3.22	1.40	0.53	0.74	0.75	4.45									
5+500	950.00	3.21	1.40	0.53	0.74	0.75	4.54									
5+475	950.00	3.22	1.40	0.53	0.74	0.75	4.58									
5+450	950.00	3.13	1.40	0.50	0.70	0.70	4.63									
5+000	950.00	2.79	1.40	0.40	0.56	0.60	4.22									

Progre siva (Km)	Parámetros hidráulicos						Margen izquierda del río Olmos					Margen derecha del río Olmos				
	Q (m3/s)	V (m/s)	ϕ	e	B_i	B_i	B_i (máx.)	Dique M. Izq.	H	H (máx.)	H (adopt.)	B_i (máx.)	Dique M. Der.	H	H (máx.)	H (adopt.)
4+950	950.00	2.69	1.40	0.37	0.52	0.55			4.25					4.25		
4+925	950.00	2.72	1.40	0.38	0.53	0.55			4.44					4.44		
4+900	950.00	2.59	1.40	0.34	0.48	0.50			4.54					4.54		
4+875	950.00	2.48	1.40	0.31	0.44	0.45			4.57					4.57		
4+700	950.00	2.66	1.40	0.36	0.50	0.55			4.13					4.03		
4+675	950.00	2.71	1.40	0.37	0.52	0.55			4.15					4.05		
4+650	950.00	2.83	1.40	0.41	0.57	0.60			4.13					4.03		
4+625	950.00	2.92	1.40	0.43	0.61	0.65			3.90					3.80		
4+600	950.00	2.82	1.40	0.41	0.57	0.60			3.90					3.80	4.85	5.00
4+575	950.00	2.82	1.40	0.41	0.57	0.60			3.75					3.80		
4+550	950.00	2.88	1.40	0.42	0.59	0.60	0.60	4	3.75	3.75	4.00			3.80		
4+525	950.00	2.84	1.40	0.41	0.57	0.60			3.75					3.80		
3+600	950.00	2.80	1.40	0.40	0.56	0.60			4.95					4.85		
3+575	950.00	2.48	1.40	0.31	0.44	0.45			4.66					4.66		
3+550	950.00	2.47	1.40	0.31	0.43	0.45	0.75	5	4.75	4.95	5.00			4.75	4.75	5.00
3+525	950.00	2.72	1.40	0.38	0.53	0.55			4.70					4.70		
3+500	950.00	3.15	1.40	0.50	0.71	0.75			4.65					4.65		
2+700	950.00	2.24	1.40	0.26	0.36	0.40			3.58					3.23		
2+675	950.00	2.10	1.40	0.22	0.31	0.35								3.20		
2+650	950.00	1.96	1.40	0.19	0.27	0.30								3.17	3.25	4.00
2+625	950.00	1.93	1.40	0.19	0.27	0.30								3.20		
2+600	950.00	1.81	1.40	0.17	0.23	0.25								3.25		
2+575	950.00	1.73	1.40	0.15	0.21	0.25								3.25		
1+600	950.00	2.25	1.40	0.26	0.36	0.40						0.40	8	4.00	4.00	4.00
0+600	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00								0.40		

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

4.5.9 DIAMETRO MEDIO

Antes de aplicar el método de Líschtvan – Levediev para socavación general es necesario determinar el diámetro medio de la partícula o también el valor D84 de ser el caso de un suelo homogéneo.

Para determinar este parámetro granulométrico se tuvo que recolectar muestras del cauce del río Olmos en el área de influencia del proyecto, entre las progresivas Km 0+000 – 10+500 que abarca el tramo entre las bocatomas Miraflores y La Juliana. Del análisis granulométrico de estas muestras superficiales se observó que más del 50 % de peso acumulado queda retenido en la malla N°04, por lo tanto, estamos hablando de un suelo granular.

Además, podemos determinar si se trata de suelo homogéneo o heterogéneo mediante el cálculo del coeficiente de uniformidad.

Tabla 18. Resultado del cálculo de coeficiente de uniformidad

Parámetro	KM 0+100.00	KM 1+100.00	KM 2+100.00	KM 3+100.00	KM 4+100.00
D ₁₀	0.18	0.18	0.18	0.20	0.19
D ₃₀	0.52	0.49	0.55	0.51	1.63
D ₅₀	2.14	1.98	2.09	2.15	9.49
D ₆₀	4.39	4.34	4.78	4.12	15.12
D ₈₄	19.37	20.86	23.08	19.09	29.79
C_u	24.39	24.11	26.56	20.60	79.58
Parámetro	KM 5+100.00	KM 6+100.00	KM 7+100.00	KM 8+100.00	KM 9+100.00
D ₁₀	0.18	0.17	0.23	0.32	0.17
D ₃₀	1.91	2.04	2.22	0.78	1.65
D ₅₀	10.24	10.11	10.84	4.93	10.85
D ₆₀	17.20	14.45	15.53	11.44	15.05
D ₈₄	29.64	30.31	30.47	31.76	32.91
C_u	95.56	85.00	67.52	35.75	88.53

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

Interpretando los valores obtenidos de coeficiente de uniformidad de las muestras extraídas se observa el elevado coeficiente de uniformidad del material del cauce del río, esto nos indica que debemos hacer uso a la ecuación de socavación para suelos heterogéneo.

Asimismo, los resultados del cálculo de diámetro medio por peso estadístico han sido mostrados en la **Tabla 11. Diámetro medio estadístico para cálculo de socavación**

4.5.10 SOCAVACION

Dado el planteamiento hidráulico planteado, son requeridos parámetros de diseño que se obtienen en función a la profundidad de socavación.

Para un valor de β correspondiente a un periodo de retorno de 100 años y para suelos granulares heterogéneos.

Tabla 19. Resultado del cálculo de socavación por el Método de Lischtvan – Levediev

Progresiva (Km)	Q (m3/s)	H_m	B_e	α	D_m	β	x	1/x+1	y_s	$H_s =$ $y_s - y_o$
9+600	1022.00	1.53	420	1.19	12.20	1.00	0.33	0.75	2.97	0.37
8+700	1022.00	2.21	240	1.13	12.20	1.00	0.33	0.75	3.64	0.49
8+650	1022.00	2.31	210	1.20	12.20	1.00	0.33	0.75	3.65	0.60
8+600	1022.00	2.35	180	1.37	10.70	1.00	0.34	0.75	3.70	0.90
8+550	1022.00	2.38	170	1.42	10.70	1.00	0.34	0.75	3.81	1.01
8+500	1022.00	2.61	160	1.29	10.70	1.00	0.34	0.75	4.10	0.95
8+450	1022.00	2.74	150	1.27	10.70	1.00	0.34	0.75	3.89	0.84
8+400	1022.00	2.77	150	1.25	10.70	1.00	0.34	0.75	3.77	0.77
8+000	1022.00	2.66	160	1.25	10.70	1.00	0.34	0.75	4.00	0.85
7+950	1022.00	2.61	160	1.29	10.70	1.00	0.34	0.75	4.11	0.96
7+900	1022.00	2.41	160	1.47	10.70	1.00	0.34	0.75	4.27	1.27
7+850	950.00	2.59	185	1.05	10.70	1.00	0.34	0.75	3.59	0.39
7+800	950.00	2.63	180	1.05	10.70	1.00	0.34	0.75	3.53	0.38
7+750	950.00	2.70	175	1.04	10.70	1.00	0.34	0.75	3.42	0.32
7+600	950.00	2.54	170	1.18	12.10	1.00	0.33	0.75	3.39	0.49
7+125	950.00	2.20	185	1.38	12.10	1.00	0.33	0.75	3.33	0.73
7+100	950.00	2.42	190	1.15	12.10	1.00	0.33	0.75	2.90	0.30
7+050	950.00	2.63	185	1.03	12.10	1.00	0.33	0.75	3.05	0.15
7+000	950.00	2.74	170	1.04	12.10	1.00	0.33	0.75	3.21	0.21
6+600	950.00	3.31	150	0.86	11.90	1.00	0.33	0.75	3.57	-0.08
5+850	950.00	3.54	140	0.82	11.90	1.00	0.33	0.75	3.64	-0.16
5+825	950.00	3.56	135	0.85	11.90	1.00	0.33	0.75	3.66	-0.09
5+800	950.00	3.52	130	0.90	11.90	1.00	0.33	0.75	3.82	0.06
5+750	950.00	3.57	130	0.88	11.90	1.00	0.33	0.75	3.79	0.01
5+600	950.00	3.36	122	1.03	11.90	1.00	0.34	0.75	4.30	0.50
5+525	950.00	3.56	120	0.95	11.90	1.00	0.34	0.75	3.93	0.23
5+500	950.00	3.56	120	0.95	11.90	1.00	0.34	0.75	4.04	0.25
5+475	950.00	3.50	120	0.98	11.90	1.00	0.34	0.75	4.19	0.36
5+450	950.00	3.50	120	0.98	11.90	1.00	0.34	0.75	4.24	0.36
5+000	950.00	3.23	135	1.00	11.90	1.00	0.34	0.75	3.75	0.28
4+950	950.00	3.25	140	0.95	11.90	1.00	0.34	0.75	3.65	0.15
4+925	950.00	3.29	145	0.90	11.90	1.00	0.34	0.75	3.75	0.06

Progresiva (Km)	Q (m3/s)	H_m	B_e	α	D_m	β	x	1/x+1	y_s	$H_s =$ $y_s - y_o$
4+900	950.00	3.31	140	0.92	11.90	1.00	0.34	0.75	3.94	0.15
4+875	950.00	3.45	135	0.89	11.90	1.00	0.34	0.75	3.89	0.07
4+700	950.00	3.32	135	0.95	11.90	1.00	0.34	0.75	3.50	0.12
4+675	950.00	3.23	130	1.03	11.90	1.00	0.34	0.75	3.75	0.35
4+650	950.00	3.45	130	0.93	11.90	1.00	0.34	0.75	3.43	0.05
4+625	950.00	3.19	140	0.98	11.90	1.00	0.34	0.75	3.28	0.13
4+600	950.00	3.10	150	0.96	11.50	1.00	0.34	0.75	3.25	0.10
4+575	950.00	3.06	145	1.02	12.00	1.00	0.34	0.75	3.36	0.21
4+550	950.00	3.00	145	1.05	12.00	1.00	0.34	0.75	3.44	0.29
4+525	950.00	3.01	145	1.05	12.00	1.00	0.34	0.75	3.43	0.28
3+600	950.00	3.90	145	0.68	6.90	1.00	0.36	0.74	3.91	-0.29
3+575	950.00	3.85	135	0.75	6.90	1.00	0.36	0.74	3.84	-0.07
3+550	950.00	3.63	130	0.85	6.90	1.00	0.36	0.74	4.36	0.36
3+525	950.00	3.79	125	0.83	6.90	1.00	0.36	0.74	4.19	0.24
3+500	950.00	3.60	125	0.90	6.90	1.00	0.36	0.74	4.40	0.50
2+700	950.00	2.44	215	1.00	6.90	1.00	0.36	0.74	3.20	0.37
2+675	950.00	2.46	235	0.90	6.90	1.00	0.36	0.74	2.94	0.14
2+650	950.00	2.48	250	0.84	6.90	1.00	0.36	0.74	2.74	-0.03
2+625	950.00	2.57	275	0.72	6.90	1.00	0.36	0.74	2.47	-0.33
2+600	950.00	2.60	284	0.68	7.30	1.00	0.36	0.74	2.41	-0.44
2+575	950.00	2.67	275	0.67	7.30	1.00	0.36	0.74	2.39	-0.46
1+600	950.00	3.13	164	0.86	7.20	1.00	0.36	0.74	3.83	0.23
0+600	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

Se entiende por valores negativos a las secciones donde el tirante de socavación es menor al tirante hidráulico y dados los parámetros en esa sección dicho tirante no produce socavación.

Para tomar criterios conservadores se ha optado por elegir los parámetros máximos por cada tramo que pertenezca a un dique.

4.5.11 PROFUNDIDAD DE UÑA

Tabla 20. Resultado de cálculo de profundidad de uña y extensión horizontal

Progresiva km	y_s	$H_s = y_s - y_o$	MARGEN IZQUIERDA DEL RIO OLMOS				MARGEN DERECHA DEL RIO OLMOS					
			Número De dique	Profundidad de uña (Fs = 1.25)		Extensión horizontal de uña	Número De dique	Profundidad de uña (Fs= 1.25)		Extensión horizontal de uña		
				Hs	Fs * Hs			P uña	1.5*P uña		Hs	Fs * Hs
9+600	2.97	0.37	<u>1</u>	<u>1.27</u>	<u>1.59</u>	<u>2.00</u>	<u>3.00</u>	<u>1</u>	<u>1.01</u>	<u>1.26</u>	<u>2.00</u>	<u>3.00</u>
8+700	3.64	0.49										
8+650	3.65	0.60										
8+600	3.70	0.90										
8+550	3.81	1.01										
8+500	4.10	0.95										
8+450	3.89	0.84										
8+400	3.77	0.77										
8+000	4.00	0.85										
7+950	4.11	0.96										
7+900	4.27	1.27	<u>2</u>	<u>0.73</u>	<u>0.91</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>	<u>2</u>	<u>1.27</u>	<u>1.59</u>	<u>2.00</u>	<u>3.00</u>
7+850	3.59	0.39										
7+800	3.53	0.38										
7+750	3.42	0.32										
7+600	3.39	0.49										
7+125	3.33	0.73										
7+100	2.90	0.30										
7+050	3.05	0.15										
7+000	3.21	0.21										
6+600	3.57	-0.08										
5+850	3.64	-0.16	<u>3</u>	<u>0.50</u>	<u>0.63</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>	<u>4</u>	<u>0.50</u>	<u>0.63</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>
5+825	3.66	-0.09										
5+800	3.82	0.06										
5+750	3.79	0.01										
5+600	4.30	0.50										
5+525	3.93	0.23										
5+500	4.04	0.25										
5+475	4.19	0.36										
5+450	4.24	0.36										
5+000	3.75	0.28										
4+950	3.65	0.15										
4+925	3.75	0.06										
4+900	3.94	0.15										
4+875	3.89	0.07										

Progresiva km	y_s	$H_s =$ $y_s - y_o$	MARGEN IZQUIERDA DEL RIO OLMOS				MARGEN DERECHA DEL RÍO OLMOS						
			Número De dique	Profundidad de uña (Fs = 1.25)		Extensión horizontal de uña	Número De dique	Profundidad de uña (Fs= 1.25)		Extensión horizontal de uña			
				Hs	Fs * Hs	P uña		1.5*P uña	Hs	Fs * Hs	P uña	1.5*Hs	
4+700	3.50	0.12											
4+675	3.75	0.35											
4+650	3.43	0.05											
4+625	3.28	0.13											
4+600	3.25	0.10							<u>5</u>	<u>0.35</u>	<u>0.43</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>
4+575	3.36	0.21											
4+550	3.44	0.29	<u>4</u>	<u>0.29</u>	<u>0.37</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>						
4+525	3.43	0.28											
3+600	3.91	-0.29											
3+575	3.84	-0.07											
3+550	4.36	0.36											
3+525	4.19	0.24							<u>6</u>	<u>0.50</u>	<u>0.62</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>
3+500	4.40	0.50	<u>5</u>	<u>0.50</u>	<u>0.62</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>						
2+700	3.20	0.37											
2+675	2.94	0.14											
2+650	2.74	-0.03											
2+625	2.47	-0.33											
2+600	2.41	-0.44											
2+575	2.39	-0.46											
1+600	3.83	0.23							<u>8</u>	<u>0.23</u>	<u>0.29</u>	<u>1.00</u>	<u>1.50</u>

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

4.5.12 DIMENSIONES PREDIMENSIONADAS DE DIQUE ENROCADO

Se han determinado 4 tipos de secciones típicas de enrocados que se verificarán según su estabilidad estructural, tenemos así:

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN SECCIÓN TÍPICA I: Correspondiente a los diques 1 de la margen izquierda, 1 y 2 de la margen derecha	DESCRIPCION	MEDIDAS
	ALTURA DE ENROCADO	4 m.
	ALTURA DE UÑA	2 m.
	BASE DE UÑA	2 m.
	EXTENSIÓN HORIZONTAL DE UÑA	3 m.
	ESPESOR DE CAPA GRANULAR	0.30 m.
	LONGITUD DE CARA HUMEDA	8.41 m.
	LONGITU DE CARA SECA	7.21 m.
	TALUD DE CARA HUMEDA	1.85
	TALUD DE CARA SECA	1.5
TALUD DE UÑA	0.5	
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN SECCIÓN TÍPICA II: Correspondiente a los diques 2 de la margen izquierda y 3 de la margen derecha	DESCRIPCION	MEDIDAS (m)
	ALTURA DE ENROCADO	4.5 m.
	ALTURA DE UÑA	1 m.
	BASE DE UÑA	1 m.
	EXTENSIÓN HORIZONTAL DE UÑA	1.5 m.
	ESPESOR DE CAPA GRANULAR	0.30 m.
	LONGITUD DE CARA HUMEDA	9.46 m.
	LONGITU DE CARA SECA	8.11 m.
	TALUD DE CARA HUMEDA	1.85
	TALUD DE CARA SECA	1.5
TALUD DE UÑA	0.5	
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN SECCIÓN TÍPICA III: Correspondiente a los diques 3 y 5 de la margen izquierda, 4- 8 de la margen derecha	DESCRIPCION	MEDIDAS (m)
	ALTURA DE ENROCADO	5 m.
	ALTURA DE UÑA	1 m.
	BASE DE UÑA	1 m.
	EXTENSIÓN HORIZONTAL DE UÑA	1.5 m.
	ESPESOR DE CAPA GRANULAR	0.30 m.
	LONGITUD DE CARA HUMEDA	10.51 m.
	LONGITU DE CARA SECA	9.01 m.
	TALUD DE CARA HUMEDA	1.85
	TALUD DE CARA SECA	1.5
TALUD DE UÑA	0.5	
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN SECCIÓN TÍPICA IV: Correspondiente a los diques 4 de la margen izquierda	DESCRIPCION	MEDIDAS (m)
	ALTURA DE ENROCADO	4 m.
	ALTURA DE UÑA	1 m.
	BASE DE UÑA	1 m.
	EXTENSIÓN HORIZONTAL DE UÑA	1.5 m.
	ESPESOR DE CAPA GRANULAR	0.30 m.
	LONGITUD DE CARA HUMEDA	8.41 m.
	LONGITU DE CARA SECA	7.21 m.
	TALUD DE CARA HUMEDA	1.85
	TALUD DE CARA SECA	1.5
TALUD DE UÑA	0.5	

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

4.5.13 CALCULO DEL TAMAÑO DE LA ROCA

Aplicando la fórmula de la California División of Highways considerando una densidad de roca del granito como elemento a usar en el enrocado a partir de la **Tabla 39. Peso específico y ángulo de fricción de materiales**, de igual forma la tabla indica que su ángulo de fricción varía entre 30 y 50°, para el presente cálculo se ha considerado un valor intermedio de 40°.

Tabla 21. Cálculo del tamaño de roca

Margen izquierda	γ_r	γ	b	Velocidad Media	ϕ	Talud	β	Δ	f	D_{50}
	Tn/m ³	Tn/m ³		(m/s)	(°)	Z : 1	(°)			(m)
Dique N°1	2.6	1	1.4	2.73	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.49
Dique N°2	2.6	1	1.4	2.58	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.44
Dique N°3	2.6	1	1.4	2.83	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.53
Dique N°4	2.6	1	1.4	2.85	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.53
Dique N°5	2.6	1	1.4	2.64	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.46
Margen derecha	γ_r	γ	b	Velocidad Media	ϕ	Talud	β	Δ	f	D_{50}
	Tn/m ³	Tn/m ³		(m/s)	(°)	Z: 1	(°)			(m)
Dique N°1	2.6	1	1.4	2.74	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.49
Dique N°2	2.6	1	1.4	2.65	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.46
Dique N°3	2.6	1	1.4	2.53	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.42
Dique N°4	2.6	1	1.4	2.84	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.53
Dique N°5	2.6	1	1.4	2.81	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.52
Dique N°6	2.6	1	1.4	2.70	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.48
Dique N°7	2.6	1	1.4	2.01	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.26
Dique N°8	2.6	1	1.4	1.99	40	1.85	28.39	1.6	0.67	0.26

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

Se observa que los valores para la margen izquierda van en el rango de 0.46 – 0.53 m, mientras que en la margen derecha van entre 0.26 – 0.53 m. Por proceso constructivo se aproximará el valor a 0.60m para los 5 diques de la margen izquierda y para los 6 primeros diques de la margen derecha, para los últimos 2 diques de la margen derecha se puede considerar tamaño de 0.30m

4.5.14 DISEÑO DE FILTRO

Para determinar la necesidad del filtro se ha considerado valores D_{50} obtenidos de la **Tabla 21. Cálculo del tamaño de roca**, mientras que los valores de S se han obtenido de la **Tabla 60. Datos de campo de parámetros altimétricos del río Olmos / tramo entre Bocatoma Miraflores y Bocatoma**.

Tabla 22. Determinación de necesidad de filtro geotextil o granular

Margen izquierda	D_{50}	S	nf	Va	Dm	Ve	FILTRO ($Va > Ve$)
Dique N°1	0.60	0.014	0.020	2.65	0.011	1.67	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°2	0.60	0.010	0.020	2.24	0.012	1.77	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°3	0.60	0.011	0.020	2.30	0.012	1.76	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°4	0.60	0.013	0.020	2.55	0.012	1.76	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°5	0.60	0.003	0.020	1.23	0.007	1.34	NO ES NECESARIO
Margen derecha	D_{50}	S	nf	Va	Dm	Ve	FILTRO
Dique N°1	0.60	0.014	0.020	2.65	0.011	1.67	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°2	0.60	0.010	0.020	2.24	0.011	1.67	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°3	0.60	0.010	0.020	2.24	0.012	1.77	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°4	0.60	0.008	0.020	2.00	0.012	1.76	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°5	0.60	0.013	0.020	2.55	0.012	1.76	ES NECESARIO EL USO DE FILTRO
Dique N°6	0.60	0.003	0.020	1.23	0.007	1.34	NO ES NECESARIO
Dique N°7	0.30	0.003	0.020	0.77	0.007	1.34	NO ES NECESARIO
Dique N°8	0.30	0.005	0.020	1.00	0.007	1.38	NO ES NECESARIO

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

Se observó la necesidad de filtro en 9 tramos de dique, corresponde entonces analizar qué tipo de filtro es el adecuado.

Tabla 23. Determinación del tipo de filtro

Margen izquierda	$Va1 = Va/4$	Ve	$Va1 > Ve$ -- geotextil $Va1 > Ve$ -- grava
Dique N°1	0.66	1.67	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Dique N°2	0.56	1.77	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Dique N°3	0.57	1.76	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Dique N°4	0.64	1.76	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Margen derecha	$Va1 = Va/4$	Ve	$Va1 > Ve$ -- geotextil $Va1 > Ve$ -- grava
Dique N°1	0.66	1.67	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Dique N°2	0.56	1.67	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Dique N°3	0.56	1.77	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Dique N°4	0.50	1.76	REQUIERE FILTRO DE GRAVA
Dique N°5	0.64	1.76	REQUIERE FILTRO DE GRAVA

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

De acuerdo a esto corresponde adoptar un espesor del enrocado el cual según Terzaghi está en función a $25 \cdot d_{50}$ del filtro, para lo cual se recomienda un d_{50} de $\frac{1}{2}$ " entonces eso daría un espesor aproximado de 0.30m.

4.5.15 CALCULO DE LA ESTABILIDAD DEL TERRAPLEN

Para asegurar la estabilidad de la estructura del dique se ha contemplado revisar 3 criterios de seguridad aplicando un escenario con y sin sismo.

4.5.15.1. ESTABILIDAD SIN SISMO

Para esta verificación se consideró el peso del terraplén que para un mejor entendimiento se ha dividido en 3 áreas: S_1 , S_2 y S_3 , además la subpresión S_{sp} y el empuje producido por el agua sobre el talud húmedo.

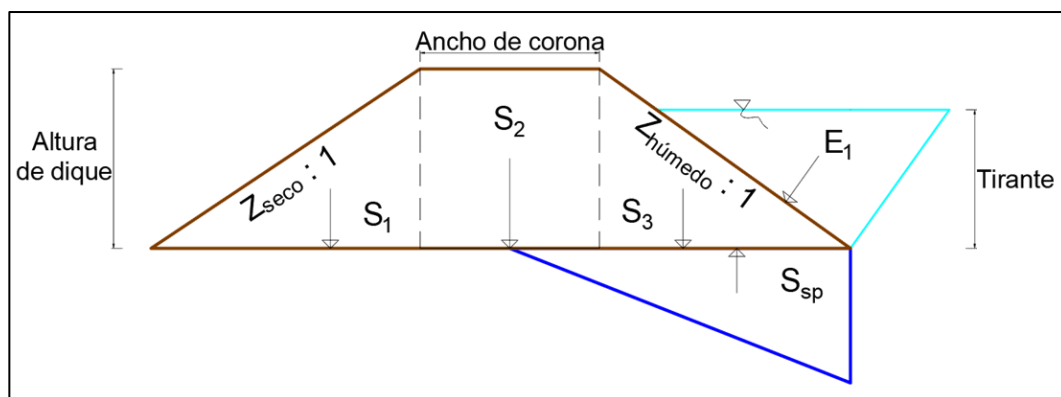


Figura 20. Fuerzas que intervienen en verificación de estabilidad del dique sin sismo

A) REVISIÓN CONTRA VOLTEO DEL TERRAPLÉN

Para el volteo se ha tomado momentos respecto al talón del dique ubicado en el punto "O" de todas las fuerzas que pueden provocar que la estructura vuelque.

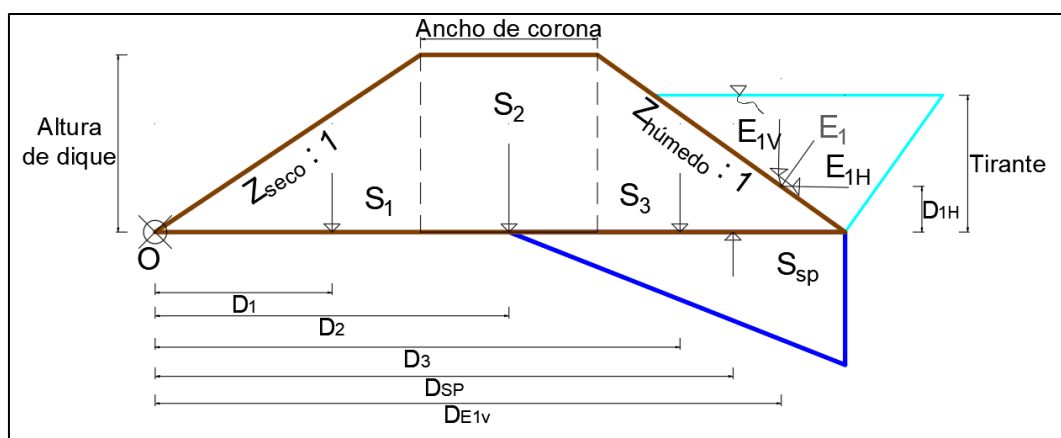


Figura 21. Fuerzas que intervienen en verificación de estabilidad del dique sin sismo por volteo

B) REVISIÓN CONTRA DESLIZAMIENTO DEL TERRAPLÉN

Para el deslizamiento se ha tomado una sumatoria de las fuerzas verticales y horizontales que afectan a la estructura, teniendo en consideración además el coeficiente de fricción entre las superficies de rozamiento, esto quiere decir la superficie del dique y el suelo de fundación.

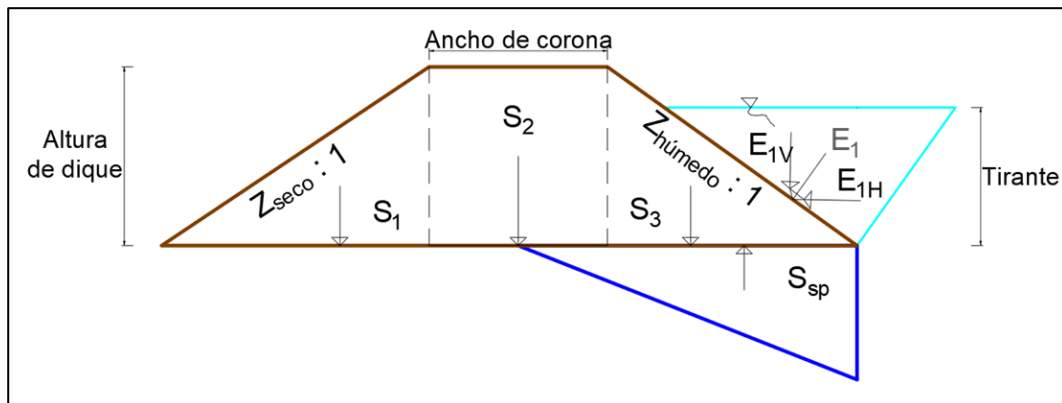


Figura 22. Fuerzas verticales y horizontales a considerar en verificación por deslizamiento sin sismo

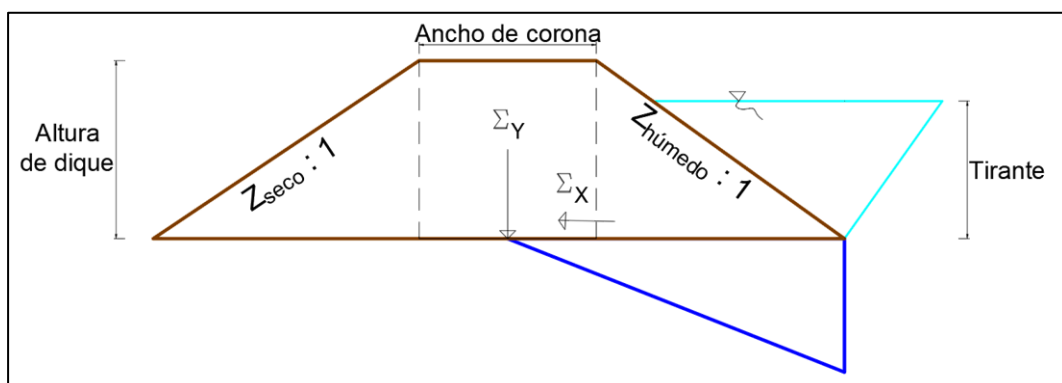


Figura 23. Sumatoria de fuerzas verticales y horizontales en verificación por deslizamiento sin sismo

La verificación del factor de seguridad por volteo y deslizamiento en escenario sin sismo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24. Verificación de factor de seguridad por volteo y deslizamiento en escenario sin sismo

TIPO DIQUE	Z seco	Z húmedo	Ancho corona (m)	Altura dique (m)	Tirante max (m)	Fricción ϕ (°)	Tg ϕ	Área (m ²)		Peso Específico (kg/m ³)	Distancia (m)	W (kg)								
TIPO I	1.5	1.4	4	4	3.2	30.7	0.59	S1	12.00	2682	4.00	128736.00								
Margen izquierda Dique	1	T max 3.20						S2	16.00	2682	8.00	343296.00								
								S3	11.20	2682	11.87	356455.68								
								Ssp	12.16	1000	13.07	158890.67								
								E1v	10.83	Cos(35.540°)	1000	14.11	124262.54							
								E1h	10.83	Sen(35.540°)	1000	1.07	6711.45							
								Fuerzas Estabilizadoras		952750.22		ok								
								Fuerzas Desestabilizadoras		165602.12										
								F.S. volteo		5.75										
								Margen derecha Dique Dique	1 2	3.15 3.20						Fuerzas verticales		101783.18		ok
																Fuerzas horizontales		6291.99		
F.S. deslizamiento		9.60																		
TIPO II	1.5	1.7	4	4.5	3.65	31.7	0.62	S1	15.19	2682	4.50	183297.94								
Margen izquierda Dique	2	T max 3.65						S2	18.00	2682	8.00	386208.00								
								S3	17.21	2682	13.30	613980.20								
								Ssp	17.61	1000	15.18	267397.48								
								E1v	15.24	Cos(30.470°)	1000	16.33	214566.07							
								E1h	15.24	Sen(30.470°)	1000	1.22	9402.71							
								Fuerzas Estabilizadoras		1398052.21		ok								
								Fuerzas Desestabilizadoras		276800.19										
								F.S. volteo		5.05										
								Margen derecha Dique	3	3.65						Fuerzas verticales		130699.59		ok
																Fuerzas horizontales		7728.26		
F.S. deslizamiento		10.45																		
TIPO III	1.5	1.7	4	5	4.2	19.2	0.35	S1	18.75	2682	5.00	251437.50								
Margen izquierda Dique Dique	3 5	T max 3.88 4.20						S2	20.00	2682	8.00	429120.00								
								S3	21.25	2682	14.33	816892.50								
								Ssp	22.05	1000	16.50	363825.00								
								E1v	20.18	Cos(30.470°)	1000	17.62	306513.28							
								E1h	20.18	Sen(30.470°)	1000	1.40	14325.92							
								Fuerzas Estabilizadoras		1803963.28		ok								
								Fuerzas Desestabilizadoras		378150.92										
								F.S. volteo		4.77										
								Margen derecha Dique Dique Dique	4 5 6 7 8	T max 3.88 4.20 4.00 2.85 3.60						Fuerzas verticales		156265.76		ok
																Fuerzas horizontales		10232.80		
F.S. deslizamiento		5.32																		
TIPO IV	1.5	1.7	4	4	3.15	32.3	0.63	S1	12.00	2682	4.00	128736.00								
Margen izquierda Dique	4	T max 3.15						S2	16.00	2682	8.00	343296.00								
								S3	13.60	2682	12.27	447429.12								
								Ssp	13.86	1000	13.87	192192.00								
								E1v	11.35	Cos(30.470°)	1000	15.02	146923.49							
								E1h	11.35	Sen(30.470°)	1000	1.05	6043.75							
								Fuerzas Estabilizadoras		1066384.61		ok								
								Fuerzas Desestabilizadoras		198235.75										
								F.S. volteo		5.38										
																Fuerzas verticales		107496.31		ok
																Fuerzas horizontales		5755.95		
F.S. deslizamiento		11.81																		

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

C) REVISION POR CAPACIDAD DE CARGA

Tabla 25. Verificación de la excentricidad de la resultante de cargas verticales

TIPO DIQUE	ΣM_v	ΣM_h	ΣF_v	X	B (m)	$e = B/2 - x$	$e < B/6$
TIPO I	952750.22	165602.12	113943.18	6.91	15.60	0.89	ok
Correspondiente a los diques 1 de la margen izquierda, 1 y 2 de la margen derecha							
TIPO II	1398052.21	276800.19	148310.84	7.56	18.40	1.64	ok
Correspondiente a los diques 2 de la margen izquierda y 3 de la margen derecha							
TIPO III	1803963.28	378150.92	178315.76	8.00	20.00	2.00	ok
Correspondiente a los diques 3 y 5 de la margen izquierda, 4- 8 de la margen derecha							
TIPO IV	1066384.61	198235.75	121356.31	7.15	16.80	1.25	ok
Correspondiente a los diques 4 de la margen izquierda							

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

Se verifica que cumple con que la presión de contacto mínima, en la franja menos esforzada de la cimentación del muro no resulta en tensión, quedando la resultante de las cargas dentro del tercio medio de la base de la cimentación

Tabla 26. Verificación de la capacidad máxima y mínima actuante

TIPO DIQUE	R (Kg)	A (m ²)	e (m)	B (m)	q_{tmax} (kg/m ²)	q_{tmin} (kg/m ²)	q_{tmax} (kg/cm ²)	q_{tmin} (kg/cm ²)
TIPO I	101783.18	15.60	0.89	15.60	8762.36	4286.77	0.88	0.43
Correspondiente a los diques 1 de la margen izquierda, 1 y 2 de la margen derecha								
TIPO II	130699.59	18.40	1.64	18.40	10901.58	3304.89	1.09	0.33
Correspondiente a los diques 2 de la margen izquierda y 3 de la margen derecha								
TIPO III	156265.76	20.00	2.00	20.00	12510.64	3115.93	1.25	0.31
Correspondiente a los diques 3 y 5 de la margen izquierda, 4- 8 de la margen derecha								
TIPO IV	107496.31	16.80	1.25	16.80	9246.61	3550.57	0.92	0.36
Correspondiente a los diques 4 de la margen izquierda								

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

Luego de calculado el esfuerzo máximo de cada tipo de dique, se observa que su valor máximo es de 1.25 kg/cm² el cual es menor que el calculado mediante ensayo spt cuyo valor es de 3.65 kg/cm², por lo cual no habrá falla por asentamiento.

4.5.15.2. ESTABILIDAD CON SISMO

Para esta verificación se consideró el peso del terraplén que para un mejor entendimiento se ha dividido en 3 áreas: S_1 , S_2 y S_3 , además la subpresión S_{sp} , el empuje producido por el agua sobre el talud húmedo, la carga de sismo aplicada en el centro de gravedad y un empuje del agua producto del sismo.

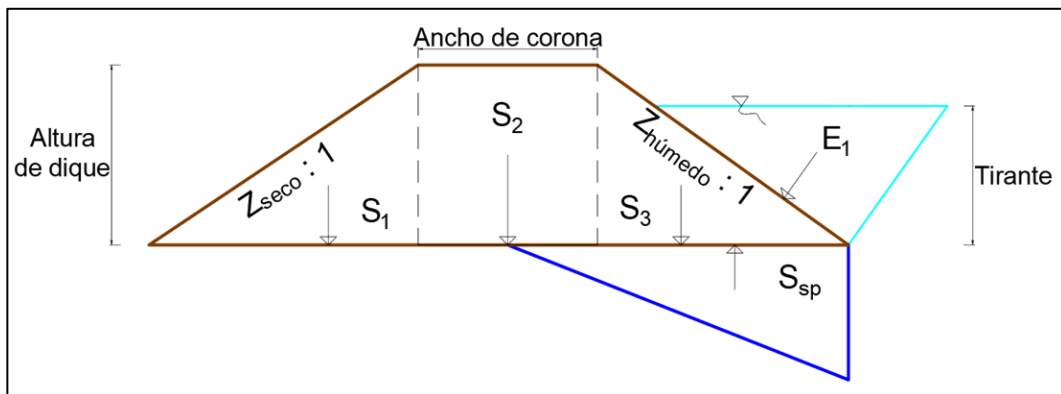


Figura 24. Fuerzas que intervienen en verificación de estabilidad del dique sin sismo

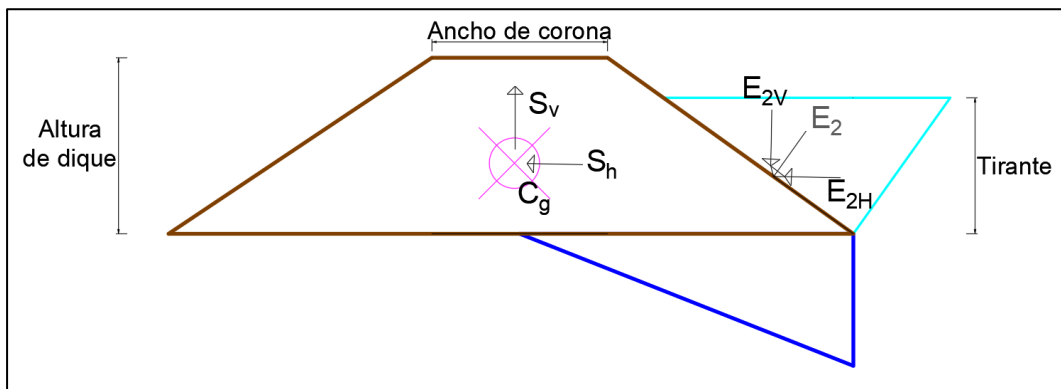


Figura 25. Fuerzas de sismo que se añaden al gráfico anterior para verificar estabilidad

A) REVISIÓN CONTRA VOLTEO DEL TERRAPLÉN

Para el volteo se ha tomado momentos respecto al talón del dique ubicado en el punto "O" de todas las fuerzas que pueden provocar que la estructura vuelque.

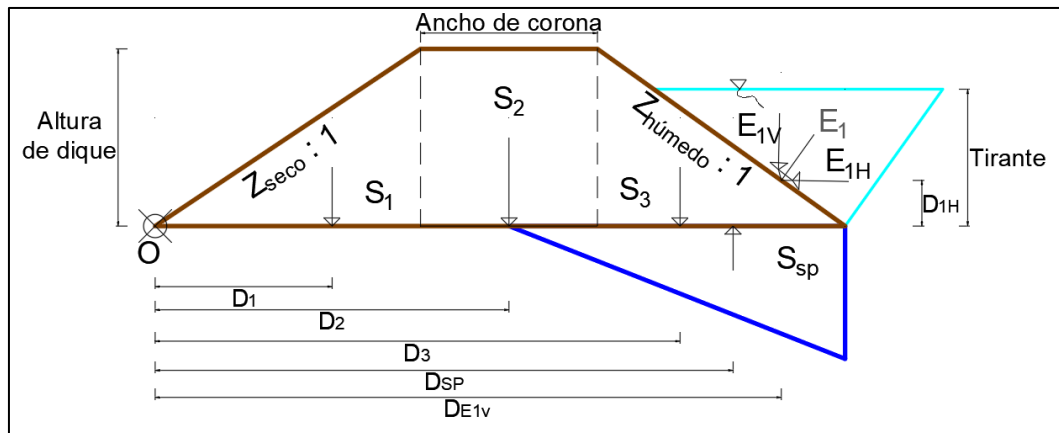


Figura 26. Fuerzas que intervienen en verificación de estabilidad del dique sin sismo por volteo

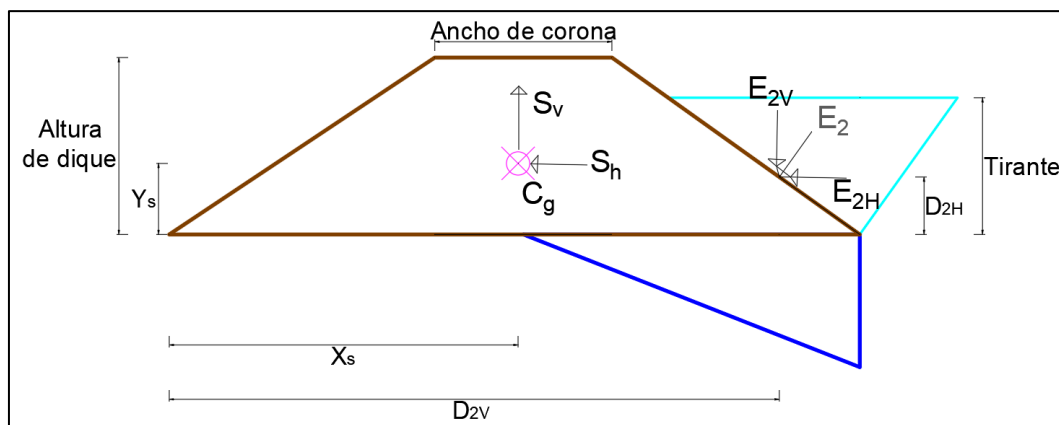


Figura 27. Fuerzas de sismo que se añaden a la figura anterior para verificación por volteo

B) REVISIÓN CONTRA DESLIZAMIENTO DEL TERRAPLÉN

Para el deslizamiento se ha tomado una sumatoria de las fuerzas verticales y horizontales que afectan a la estructura, teniendo en consideración además el coeficiente de fricción entre las superficies de rozamiento, esto quiere decir la superficie del dique y el suelo de fundación. Se añade además las fuerzas sísmicas

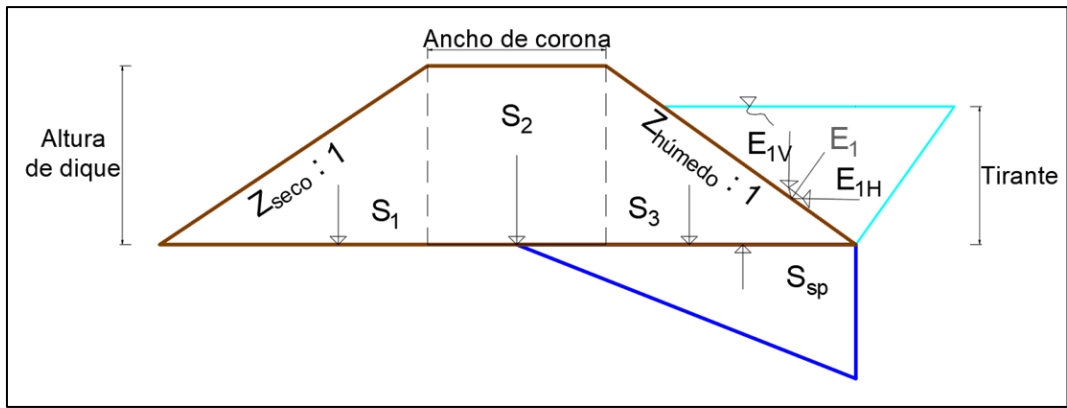


Figura 28. Fuerzas verticales y horizontales a considerar en verificación por deslizamiento sin sismo

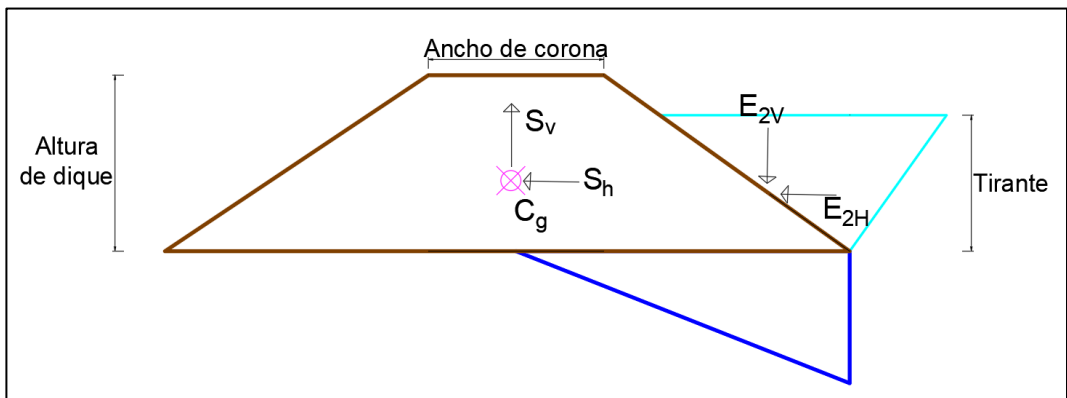


Figura 29. Fuerzas de sismo que se añaden a la figura anterior para verificación por deslizamiento

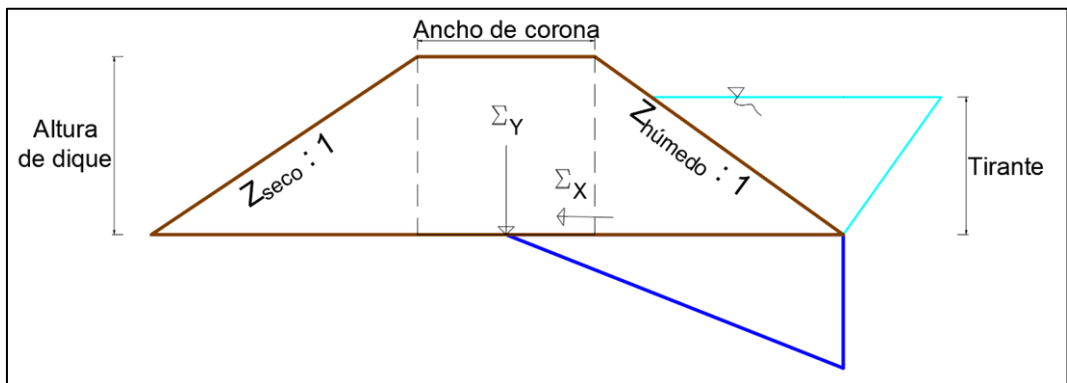


Figura 30. Sumatoria de fuerzas verticales y horizontales en verificación por deslizamiento con sismo

Tabla 27. Verificación de factor de seguridad por volteo y deslizamiento en escenario con sismo

TIPO DIQUE	Z seco	Z húmedo	Ancho corona (m)	Altura dique (m)	Tirante max (m)	Fricción ϕ (°)	Tg ϕ	K	Área (m ²)	Peso Especifico (kg/m ³)	Distancia (m)	W (kg)		
TIPO I	1.5	1.4	4	4	3.2	30.7	0.59	0.15	S1	12.00	2682	4.00	128736.00	
Margen izquierda Dique 1	1	T max 3.20	4	4	3.2	30.7	0.59	0.15	S2	16.00	2682	8.00	343296.00	
									S3	11.20	2682	11.87	356455.68	
									Ssp	12.16	1000	13.07	158890.67	
									Sv	39.20	2682	7.84	123650.93	
									Sh	39.20	2682	1.61	25318.08	
									E1v	10.83	Cos(35.540°)	1000	14.11	124262.54
									E1h	10.83	Sen(35.540°)	1000	1.07	6711.45
									Esv	0.85	Cos(35.540°)	1000	13.72	11694.66
									Esh	0.85	Sen(35.540°)	1000	1.34	1145.73
									Fuerzas Estabilizadoras		964444.88		ok	
									Fuerzas Desestabilizadoras		315716.86			
									F.S. volteo		3.05			
									Fuerzas verticales		86865.50		ok	
									Fuerzas horizontales		22914.63			
F.S. deslizamiento		2.25												
TIPO II	1.5	1.7	4	4.5	3.65	31.7	0.62	0.15	S1	15.19	2682	4.50	183297.94	
Margen izquierda Dique 2	2	T max 3.65	4	4.5	3.65	31.7	0.62	0.15	S2	18.00	2682	8.00	386208.00	
									S3	17.21	2682	13.30	613980.20	
									Ssp	17.61	1000	15.18	267397.48	
									Sv	50.40	2682	9.12	184909.15	
									Sh	50.40	2682	1.77	35844.93	
									E1v	15.24	Cos(30.470°)	1000	16.33	214566.07
									E1h	15.24	Sen(30.470°)	1000	1.22	9402.71
									Esv	1.11	Cos(30.470°)	1000	15.79	17516.98
									Esh	1.11	Sen(30.470°)	1000	1.53	1700.25
									Fuerzas Estabilizadoras		1415569.19		ok	
									Fuerzas Desestabilizadoras		499254.52			
									F.S. volteo		2.84			
									Fuerzas verticales		111532.77		ok	
									Fuerzas horizontales		29113.28			
F.S. deslizamiento		2.37												
TIPO III	1.5	1.7	4	5	4.2	19.2	0.35	0.15	S1	18.75	2682	5.00	251437.50	
Margen izquierda Dique 3 Dique 5	3 5	T max 3.88 4.20	4	5	4.2	19.2	0.35	0.15	S2	20.00	2682	8.00	429120.00	
									S3	21.25	2682	14.33	816892.50	
									Ssp	22.05	1000	16.50	363825.00	
									Sv	60.00	2682	9.92	239368.50	
									Sh	60.00	2682	1.94	46935.00	
									E1v	20.18	Cos(30.470°)	1000	17.62	306513.28
									E1h	20.18	Sen(30.470°)	1000	1.40	14325.92
									Esv	1.47	Cos(30.470°)	1000	17.00	24966.77
									Esh	1.47	Sen(30.470°)	1000	1.76	2590.49
									Fuerzas Estabilizadoras		1828930.05		ok	
									Fuerzas Desestabilizadoras		667044.91			
									F.S. volteo		2.74			
									Fuerzas verticales		133596.29		ok	
									Fuerzas horizontales		35839.33			
F.S. deslizamiento		1.30												
TIPO IV	1.5	1.7	4	4	3.15	32.3	0.63	0.15	S1	12.00	2682	4.00	128736.00	
Margen izquierda Dique 4	4	T max 3.15	4	4	3.15	32.3	0.63	0.15	S2	16.00	2682	8.00	343296.00	
									S3	13.60	2682	12.27	447429.12	
									Ssp	13.86	1000	13.87	192192.00	
									Sv	41.60	2682	8.32	139292.35	
									Sh	41.60	2682	1.59	26605.44	
									E1v	11.35	Cos(30.470°)	1000	15.02	146923.49
									E1h	11.35	Sen(30.470°)	1000	1.05	6043.75
									Esv	0.83	Cos(30.470°)	1000	14.55	12019.74
									Esh	0.83	Sen(30.470°)	1000	1.32	1092.86
									Fuerzas Estabilizadoras		1078404.36		ok	
									Fuerzas Desestabilizadoras		365226.40			
									F.S. volteo		2.95			
									Fuerzas verticales		91586.68		ok	
									Fuerzas horizontales		23317.68			
F.S. deslizamiento		2.48												

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

4.5.16 SECCIONES FINALES DE DISEÑO

Se presentan a continuación las secciones finales producto de los diseños y comprobaciones anteriormente mencionadas:

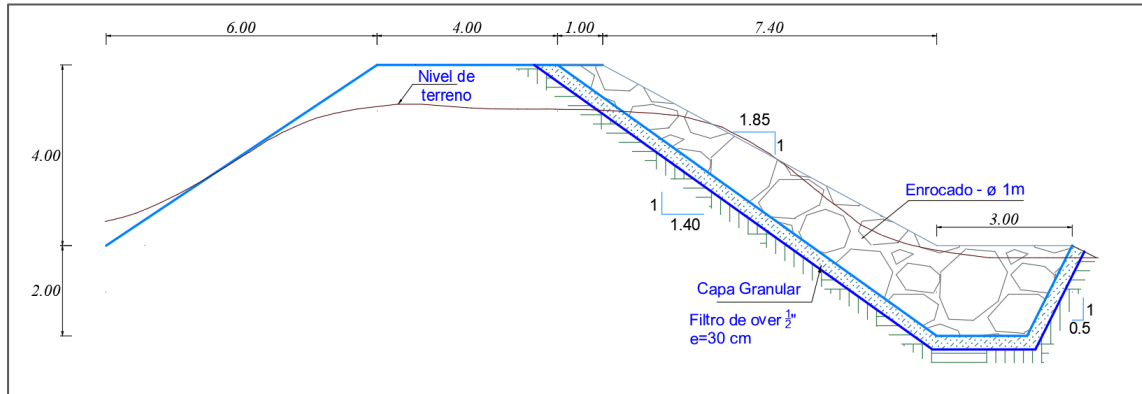


Figura 31. Sección típica I de dique con protección de enrocado

Correspondiente a los diques 1 de la margen izquierda, 1 y 2 de la margen derecha

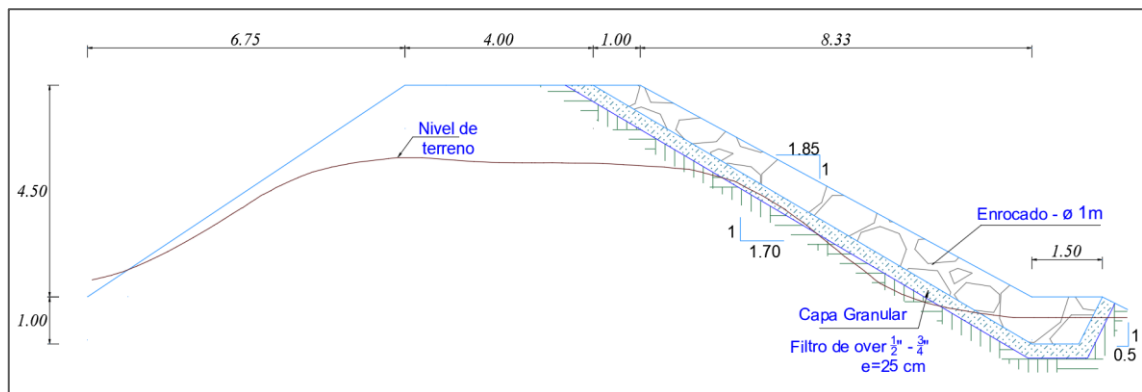


Figura 32. Sección típica II de dique con protección de enrocado

Correspondiente a los diques 2 de la margen izquierda y 3 de la margen derecha

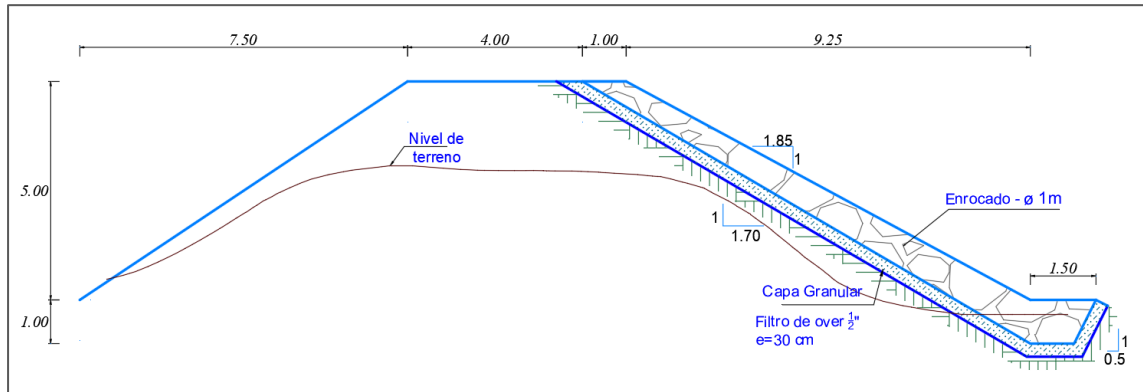


Figura 33. Sección típica III de dique con protección de enrocado y filtro

Correspondiente a los diques 3 y 5 de la margen izquierda, 4 de la margen derecha

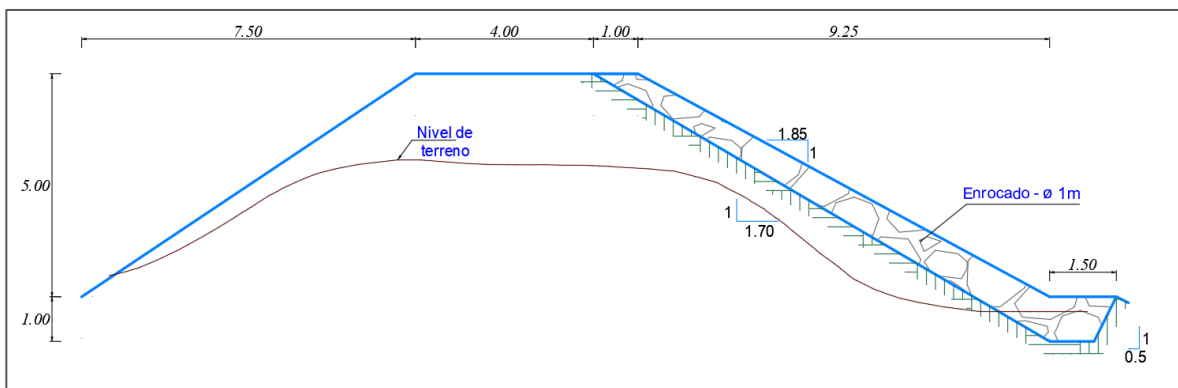


Figura 34. Sección típica III de dique con protección de enrocado sin filtro

Correspondiente a los diques 5- 8 de la margen derecha

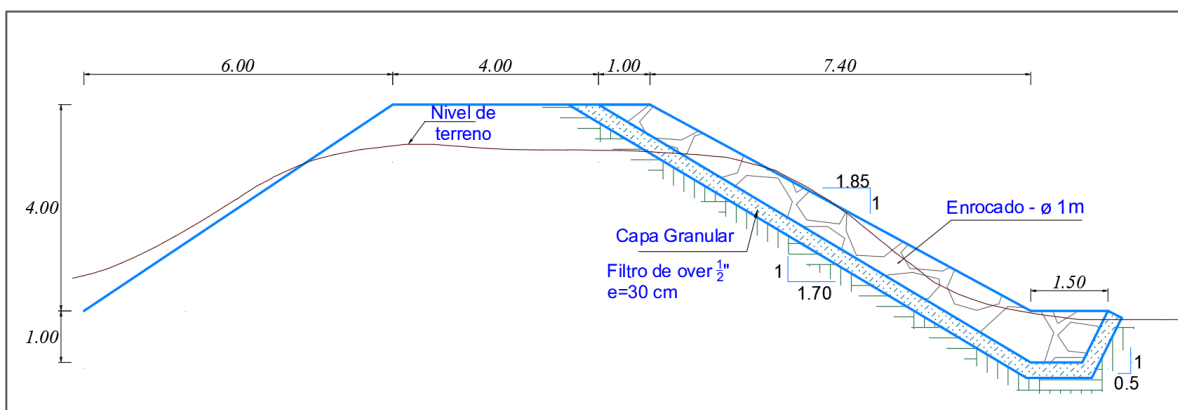


Figura 35. Sección típica IV de dique con protección de enrocado

Correspondiente a los diques 4 de la margen izquierda

V. DISCUSIÓN

Como respuesta a la pregunta plasmada en la introducción tenemos que los diques proyectados que han sido diseñados hidráulica y estructuralmente cumplen con prevenir considerablemente la inundación a causa del desborde del río Olmos en condiciones de máximas avenidas en el tramo comprendido entre la Bocatoma La Juliana y la Bocatoma Miraflores.

Reconocemos que entre las limitaciones que hemos tenido están la cantidad de calicatas superficiales con mayor densidad en pie de los diques, así como en cada sección muestreada, esto permite caracterizar con mayor precisión el modelamiento hidráulico. Asimismo, mayor cantidad de ensayos de mecánica de suelos que permitan evaluar capacidad portante en más puntos.

Respecto al modelamiento hidráulico en HEC RAS, se ha trabajado el área del cauce del río con DEM de resolución 0.5x0.5m completando el resto del área de estudio con DEM de 5x5m, esto provoca que la inundación fuera del cauce en áreas agrícolas o poblacionales pierda precisión cuando se proyecta encima del DEM de menor resolución.

La intención de **determinar la simulación hidráulica y estructural de diques para prevenir considerablemente la inundación a causa del desborde del río Olmos en condiciones de máximas avenidas, tramo entre las Bocatomas La Juliana y Miraflores** motivó este trabajo, en el cual se logró proyectar diques enrocados a lo largo de 9654.00 m. en la margen derecha y 7713.00 m. en la margen izquierda con alturas de 4 a 5 m. y ancho de corona de 4 m. que cumplen el objetivo. Este hallazgo guarda relación con lo hallado por Castro y Sánchez (2019) quienes al estudiar el “Diseño hidráulico y estructura de defensa ribereña en el río Moche, entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo 2018” concluyeron en obtener diques con alturas de 4 m. y ancho de corona de 4 m. que satisfacen las máximas avenidas.

El deseo de **determinar el periodo de retorno para caudal de diseño** que se demostró ser de 100 años difiere en cuanto a lo obtenido por Castro y Sánchez (2019) quienes evidenciaron trabajar con un periodo de retorno de 20 años, sin embargo, tomando en cuenta el criterio de la Guía metodológica para proyectos de

protección y/o control de inundaciones (MEF, 2006) que menciona que para zonas urbanas se debe considerar un periodo de retorno de 100 años.

Por otro lado, **definir la rugosidad en el tramo de estudio mediante recolección de muestras superficiales** cuyos resultados en el eje del río varían en el rango de 0.0584 – 0.716 mediante el Método de Cowan no guardan relación con los valores aplicados por Temoche (2019) quienes aplican tablas del manual del US Army Corps of Engineers que fueron realizadas para otro país, cuyos valores de 0.024 – 0.032 obtenidos representan otra realidad, no ocurre lo mismo con Diaz (2019) quien si sigue la teoría de Cowan para determinar la rugosidad del río Chonta al que le asigna un valor de 0.045.

De los resultados de **parámetros obtenidos de tirante y velocidad del modelamiento hidráulico**, al realizar el análisis comparativo con el proyecto denominado “Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensas ribereñas en el río Virú, tramo Zaraque - Puente Virú” el cual para un periodo de retorno de 100 años ha determinado como tirante máximo 3.21 m y las velocidades de flujo no superan los 8.42 m/s. En el resultado de nuestra investigación para el mismo periodo de retorno, el cálculo hidráulico da tirantes de un poco más de 4.00 m y las velocidades superan los 8.0 m/s. Al comprar ambos parámetros notamos que el tramo del río Olmos tiene un tirante más elevado, pero la velocidad alcanza valores mucho menores que el río Viru.

Además, con el objetivo de **calcular el diámetro medio de cauce del río para determinar la socavación** se obtuvieron resultados que varían en un rango de 6.69 – 12.20 mm., esto no guarda relación con la forma como Maldonado (2016) quien aplica tablas para determinar un valor de tirante medio por lo que sus cálculo de socavación aplicando el método de Lischtván-Lebediev no se apega a la realidad.

En el plano internacional, podemos verificar la semejanza con un país cercano al nuestro como Colombia, en el proyecto de investigación: “Modelamiento de zonas de inundación por medio de las herramientas Hec-ras, Geo-ras y Arcgis, para el sector comprendido entre los municipios de Corrales- Paz de río a lo largo del río Chicamocha, en el departamento de Boyacá”, en donde determinan el análisis de

inundación de acuerdo al porcentaje de la huella de inundación en comparación del área evaluada, para un periodo de retorno de 100 años la inundación ocupa un 3.17% del área evaluada, mientras en nuestra investigación para el mismo periodo de retorno la mancha de inundación ocupa un 10.01 % en comparación al área evaluada. De esta manera podemos comprender los distintos enfoques y realidades que se pueden dar en países de la misma región.

VI. CONCLUSIONES

- Se efectuó el análisis topográfico realizado con tecnología LiDAR en el tramo de estudio, el cual nace de la fusión de un DEM de 0.5x0.5m y otro DEM de 5x5m el cual debido a su alta resolución fue posible generar el modelamiento hidráulico con un nivel de detalle alto, pudiendo la mancha de inundación más definida.
- Se definió un caudal de máxima avenida mediante software HEC-HMS de 995.4 m³/s a la entrada del tramo, altura Bocatoma La Juliana para un periodo de retorno definido de 100 años.
- Se evaluaron las características fisicomecánicas del área de estudio encontrándose clasificación de suelos SUCS que corresponde a GP Y SP en su mayoría, con respecto a la expansividad, por el tipo de suelo, los Límites Líquidos e Índice Plástico son del orden de bajo nivel de expansividad, los ensayos con respecto a su peso específico oscilan 2.668 g/cm³ – 2.698 g/cm³, la capacidad portante es de 3.65 kg/cm².
- El estudio de rugosidad a partir de la recolección de muestras para determinar el coeficiente de rugosidad tiene un alcance más cercano a la realidad, este resultado no varía considerablemente en el tramo de estudio, teniendo como valor mínimo el de $\eta=0.0685$ y máximo $\eta= 0.0716$ en el cauce del río Olmos. Entre los valores de diámetros medios requeridos para el cálculo de la socavación según el método de Líschtvan – Levediev, estas varían entre 6.69 y 12.14 mm.
- Se generó el modelamiento hidráulico del tramo del río comprendido desde la bocatoma La Juliana a Miraflores, donde se determinó que la inundación generada a causa del desborde del río Olmos en condiciones de máximas avenidas tiene gran impacto perjudicial a nivel económico y social los cuales fueron representados en los resultados obtenidos de acuerdo a la mancha de inundación generada en el software Hec Ras 5.0. El área de inundación en el tramo de estudio, para el periodo de retorno de 100 años es de 10.93 km², este gran alcance genera afectación de las viviendas colindantes a la margen del río, canales, pozos, carreteras, unidades productoras y

principalmente se ven afectadas las parcelas en gran magnitud y la productividad de los pobladores de esa zona.

- Se obtuvieron parámetros hidráulicos en las secciones de muestreo cuyo tirante promedio varía entre 1.53 m en las zonas de mayor ancho de cauce, y de 3.90 m. en zonas más angostas, así como velocidades máximas que van desde 1.73 m/s hasta 3.22 m/s.
- Como conclusión general se ha obtenido el diseño de un sistema de defensas ribereñas el cual estará conformado en la margen derecha por 9654.00 m de diques (8034.00 m de mejoramiento y 1620.00 m de construcción) y en la margen izquierda por 7713.00 m de diques (287.00m de mejoramiento y 7426.00 m de construcción). Estos diques con forma trapezoidal tendrán alturas variables de 4.00m, 4.50m y 5.00m con talud en cara húmeda de 1.85 y ancho de corona de 5.00m. contando ancho de enrocado.

VII. RECOMENDACIONES

- Para mayor precisión en trabajos de gran envergadura se recomienda contar con una totalidad de área de trabajo DEM de la misma resolución y alta definición, siendo la topografía LiDAR una gran opción.
- Se recomienda la instalación de una estación pluviométrica en la ciudad de Olmos que se encuentre a buen recaudo y se le dé un mantenimiento adecuado para la caracterización hidrológica de proyectos en la zona, ya que las existentes o son lejanas o han dejado de funcionar.
- Se recomienda hacer un estudio más amplio respecto a superestructuras, obras de arte, tomas y canales y su comportamiento respecto a la inundación, ya que el cuantificar estas estructuras puede tener un impacto positivo para futuros estudios.
- Se recomienda tomar más muestras de rugosidad para nutrir más los datos de entrada al modelamiento hidráulico.
- Se exponen los resultados de esta investigación para una determinada tecnología de enrocado en defensa ribereña, se recomienda probar con otras alternativas también, tales como defensas revestidas de concreto, cajas de gavión, colchones de gavión, defensas vivas con vegetación, etc.

- Se recomienda complementar el presente proyecto de investigación con soluciones integrales sostenibles de impacto social, ambiental y económica, debido a su favorable ubicación ya que atraviesa el casco urbano de la ciudad y su potencial como ciudad emergente.
- Se recomienda realizar charlas de concientización tanto hacia los pobladores como a los dueños de las zonas agrícolas que se encuentran colindantes al río, para advertir sobre los daños que ocasionarían ante un evento climatológico de máximas avenidas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chow, V. T. (2015). Hidráulica De Canales Abiertos. Editorial Mc Graw Hill.
- Martín Vide, J. P. (2001). Ingeniería de ríos. México, D.F.: Alfaomega.
- MEF. (2006). GUIA METODOLOGICA PARA PROYECTOS DE PROTECCION Y/O CONTROL DE INUNDACIONES EN ÁREAS AGRÍCOLAS O URBANAS. Lima.
- MEF. (2013). GUÍA SIMPLIFICADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE SERVICIOS DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES, A NIVEL DE PERFIL, Lima.
- Ruesta et al (1988), Coeficiente sísmico para presas pequeñas y medianas, Lima.
- AGUILAR, W. (2006). Análisis técnico-económico comparative entre dique construido en material granular compactado y dique en gaviones en el embalse del proyecto Hidroeléctrico Cariblanco (P.H. Cariblanco), Costa Rica.
- TERÁN ADRIAZOLA, R. (1998). Diseño y construcción de defensa ribereña. Escuela superior de Administración de Aguas.
- Engineers, U. A. (Febrero 2016). HEC-RAS River Analysis System. Washington DC.
- Engineers, U. A. (Febrero 2021). HEC-HMS Hydrologic Modeling System. Washington DC.
- H2OImos (Mayo 2011). Expediente técnico proyecto irrigación Olmos.
- Ferreras, R. M. (14 de noviembre de 2016). Obtenido de Geo Innova: <https://geoinnova.org/>
- GÁLVEZ ARMAS NILTON, V. V. (2017). Diseño hidráulico y estructural del botador el aluvión para el control de las aguas en tiempos de lluvia en el distrito de Ascope - La libertad - Perú. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Geografía, I. N. (2018). Pro ArcGIS. Obtenido de www.pro.arcgis.com
- JHOAN, A. H. (2018). Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico del río Chonta en el tramo Huayrapongo –

Urbanización condominio el Sausalito. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

- (2016). Modelamiento de zonas de inundación por medio de las herramientas Hec-Ras, Geo-Ras y ArcGIS, para el sector comprendido entre los municipios de corrales- paz de rio a lo largo del rio Chicamocha, en el departamento de Boyacá. Colombia: universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.
- REYMUNDO, G. N. (2016). Diseño de enrocados de protección de la relavera La Esperanza – Río Tulumayo. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- RODRÍGUEZ, L. L. (2017). Procedimiento para la simulación hidráulica a partir de los softwares ArcGIS y HEC-RAS para eventos extremos máximos. Santa Clara - Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- TEMOCHE, I. A. (2019). Propuesta hidráulica entre gavión y enrocado del río Chuquillanqui en el tramo que limita los caseríos Chuquillanqui y Pinchaday – distrito de Lucma- departamento La Libertad. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- VENTURA F, G. E. (s.f.). Cálculo del coeficiente de rugosidad n de Manning en los grandes ríos de Venezuela. Venezuela: Universidad de Carabobo.
- WEBSTER, C. J. (2018). Influencia del método de estimación en el coeficiente de Manning para cauces naturales. Scielo.
- YASIR, L. C. (2018). Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensas ribereñas en el río Virú, tramo Zaraqque - Puente Virú. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- AGUILAR, G. S. (2019). Modelamiento hidrológico e hidráulico del río san ramón para el diseño del puente evitamiento, provincia de Satipo, Junín. lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- BRIONES, O. E. (2019). Determinación de zonas de inundación mediante modelamiento hidráulico del río Chonta en el caserío Tartar Chico, distrito de Baños del Inca. Cajamarca: universidad nacional de Cajamarca.
- CARRASCO, J. L. (2017). Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad el Parral – Jaén - Cajamarca. Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca.

- TORO, M.I. (2002) Diques de tierra y enrocado, Lima
- TORO, M. I. (2002) Diseño de revestimientos con enrocado, Lima.
- CONCI, G. O. (2016). Modelación hidrológica e hidráulica de eventos para el diseño hidrológico de la cuenca diseño hidrológico de la cuenca. Córdoba: Universidad Nacional de Cordova.
- TITO, Y. A. (2019). Modelamiento hidráulico del río Cañete Sector Puente Socsi – Altura Puente Colgante (9 km), con fines de diseño de defensas ribereñas.
- ¿Cuál es la diferencia entre productos y servicios? [en línea]. Perú 21.PE. 8 de marzo de 2012. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2012]. Disponible en: <http://peru21.pe/2012/03/08/emprendedores/cual-diferencia-entre-productos-y-servicios2014980?href=cat11pos1>
- Lambayeque: río Olmos registra caudal histórico tras constantes lluvias [en línea]. La República.PE. 23 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 28 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/858976-lambayeque-rio-olmos-registra-caudal-historico-tras-constantel-lluvias/?ref=lre>
- Río Olmos registra caudal histórico de 703 metros cúbicos por segundo [en línea]. Rpp.PE. 24 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 28 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/actualidad/rio-olmos-registra-caudal-historico-de-703-metros-cubicos-por-segundo-noticia-1039405?ref=rpp>

IX. ANEXOS

ANEXO N° 1: TABLAS DE MARCO TEÓRICO

Tabla 28. Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad de acuerdo a la *Fórmula de Cowan*

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material considerado	Tierra	η_0	0.020
	Roca cortada		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Liso	η_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal del canal	Gradual	η_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efectivo relativo de obstrucciones	Despreciable	η_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	η_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Cantidad de meandros	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severa		1.300

Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos Chow (1982).

Elaboración: Propia

Tabla 29. Valores del coeficiente K_1 para método de Simons y Henderson

CONDICIONES DE FONDO DE RÍO	K_1
Fondo arena y orillas de material cohesivo	4.20
Fondo y orillas de material cohesivo	3.60
Fondo y orillas de grava	2.90
Fondo arena y orillas material no cohesivo	2.80

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 30. Valores del coeficiente K para material del cauce

DESCRIPCIÓN	K
Material de cauce muy resistente = 3 a 4	3
Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16
Material aluvial = 8 a 12	12
Valor practico = 10	10

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 31. Valores del coeficiente M para material del cauce

DESCRIPCIÓN	M
Para ríos de montaña	0.5
Para cauces arenosos	0.7
Para cauces aluviales	1.0

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 32. Factor de fondo y orilla

FACTOR DE FONDO	F_b
Material Fino	0.80
Material Grueso	1.20
FACTOR DE ORILLA	F_s
Materiales sueltos	0.10
Materiales ligeramente cohesivos	0.20
Materiales cohesivos	0.30

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 33. Recomendación práctica

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (m³/s)	ANCHO ESTABLE (m)
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 34. Valores del Coeficiente ϕ para cálculo de Borde Libre

Caudal de diseño (m³/s)	Coeficiente “ϕ”
3000 – 4000	2.0
2000 – 3000	1.70
1000 – 2000	1.40
500 – 1000	1.20
100 – 500	1.10

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 35. Ancho de corona según el caudal

CAUDAL DE DISEÑO (M ³ /S)	ANCHO DE CORONA (M)
500 – 2000	4 – 6
Menos de 500	3 – 4

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 36. Selección de “x” en suelos cohesivos (tn/m³) o suelos granulares (mm)

SELECCIÓN DE “X” EN SUELOS COHESIVOS (TN/M ³) O SUELOS GRANULARES (MM)					
PESO VOLUMÉTRICO SECO TN/M ³	X	1 / (X + 1)	D (MM)	Z	1 / (Z + 1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 37. Valores del coeficiente β

VALORES DEL COEFICIENTE β		
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PROBABILIDAD DE RETORNO (%)	COEFICIENTE β
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 38. Valores del Coeficiente de Contracción, " μ "

COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN, " μ "													
VELOCIDAD MEDIA (M/S)	LONGITUD LIBRE EN CAUCE												
	10 m.	13 m.	16 m.	18 m.	21 m.	25 m.	30 m.	42 m.	52 m.	63 m.	106 m.	124 m.	200 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 39. Peso específico y ángulo de fricción de materiales

TIPO		MATERIAL	PESO ESPECIFICO (Tn/m3)	ANGULO DE FRICCION	
				Material	Grados
No cohesivo	Arena	Gruesa y seca	1.44	Compacta bien graduada, uniforme	40-45
		Fina y seca	1.60	Uniforme, gruesa, arena fina o suelta	35-40
		Húmeda	1.84	Arena bien suelta graduada	35-40
		Muy húmeda	1.92	Arena fina seca	30-35
	Grava	Común mixta	1.76	Común mixta	35-40
		Fluvial	2.24	Grava	40
		Suelta	1.84	Compacta arenosa	40-45
		Arenosa	1.92	Suelta arenosa	35-40
	Roca suelta	Granito	1.6 - 2	Piedra partida en fragmentos	35-45
		Basalto	1.76 - 2.24	Yeso fragmentado	35-45
		Calcárea	1.28 - 1.92		
		Yeso	1 - 1.28		
	Cohesivo	Arcilla	Seca	1.76	Bloques de arcilla seca
Húmeda			1.84	Bloques de arcilla húmeda	40
Saturada			1.92	Arcilla compacta	10-20
Marga arenosa			1.60	Arcilla blanda	5-7
Marga arenosa			1.76	Material calcáreo de zona de deslizamiento	20-27
Con grava			2.00	Material de falla	14-22
Cobertura		Suelo superficial	1.36	Suelo de cobertura	30-35
		Suelo seco	1.44		
		Suelo húmedo	1.60		
		Suelo saturado	1.68		
Macizo rocoso		Granito	2.61	Granito	30-50
		Cuarcita	2.61	Cuarcita	30-45
		Arenisca	1.95	Arenisca	30-45
		Caliza	3.17	Caliza	30-50
		Pórfido	2.58	Pórfido	30-40
		Yeso	1.76	Yeso	30-40

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 40. Coeficiente sísmico propuesto para presas pequeñas y medianas

ZONA	Presa de tierra	Presa de enrocado
I	0.15 – 0.25	0.10 – 0.20
II	0.10 – 0.15	0.05 – 0.10
III	0.05 – 0.10	0.05

Fuente: Ruesta, et al (1988)

Elaboración: Ruesta, et al (1988)

Tabla 41. Coeficiente de rugosidad según Limerinos

Progresiva	Ancho aprox. del río (m)	Tirante de agua (m)	Talud izquierdo (m)	Talud derecho (m)	Radio Hidráulico (m)	D84 (mm)	η_1
0+000.00	80	4.02	2.5	2.5	3.56	19.37	0.0245
1+000.00	70	3.14	3	3	2.7	20.86	0.0247
2+000.00	70	3.83	3	3	3.31	23.08	0.0252
3+000.00	80	3.56	3	3	3.15	19.09	0.0244
4+000.00	80	3.12	3	3	2.79	29.79	0.0262
5+000.00	75	3.63	3	2.5	3.2	29.64	0.0262
6+000.00	70	2.98	3	2.5	2.67	30.31	0.0263
7+000.00	90	3.13	3	3	2.78	30.47	0.0264
8+000.00	80	3.26	3	3	3.16	31.76	0.0265
9+000.00	100	3.58	2.5	2.5	3.27	32.91	0.0267
10+000.00	90	2.11	3	2.5	1.97	31.75	0.0266

Fuente: Estudios realizados en campo

Elaboración: Propia

Tabla 42. Valor del coeficiente de rugosidad por el Método de Cowan

Zona	Progresiva	η_0	η_1	η_2	η_3	η_4	m	η_{final}
Margen Izquierda	0+000.00	0.0240	0.0245	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0785
Eje del rio		0.0240	0.0245	0.0050	0.0100	0.0050	1.0000	0.0685
Margen derecha		0.0240	0.0245	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0785
Margen Izquierda	1+000.00	0.0240	0.0247	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0787
Eje del rio		0.0240	0.0247	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0587
Margen derecha		0.0240	0.0247	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0787
Margen Izquierda	2+000.00	0.0240	0.0252	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0792
Eje del rio		0.0240	0.0252	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0592
Margen derecha		0.0240	0.0252	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0792
Margen Izquierda	3+000.00	0.0240	0.0244	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0784
Eje del rio		0.0240	0.0244	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0584
Margen derecha		0.0240	0.0244	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0784
Margen Izquierda	4+000.00	0.0240	0.0262	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0802
Eje del rio		0.0240	0.0262	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0602
Margen derecha		0.0240	0.0262	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0802
Margen Izquierda	5+000.00	0.0240	0.0262	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0802
Eje del rio		0.0240	0.0262	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0602
Margen derecha		0.0240	0.0262	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0802
Margen Izquierda	6+000.00	0.0240	0.0263	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0803
Eje del rio		0.0240	0.0263	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0603
Margen derecha		0.0240	0.0263	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0803
Margen Izquierda	7+000.00	0.0240	0.0264	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0804
Eje del rio		0.0240	0.0264	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0604
Margen derecha		0.0240	0.0264	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0804
Margen Izquierda	8+000.00	0.0250	0.0265	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0815
Eje del rio		0.0250	0.0265	0.0050	0.0000	0.0050	1.0000	0.0615
Margen derecha		0.0250	0.0265	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0815
Margen Izquierda	9+000.00	0.0250	0.0267	0.0050	0.0150	0.0150	1.0000	0.0867
Eje del rio		0.0250	0.0267	0.0050	0.0100	0.0050	1.0000	0.0717
Margen derecha		0.0250	0.0267	0.0050	0.0150	0.0150	1.0000	0.0867
Margen Izquierda	10+000.00	0.0250	0.0266	0.0050	0.0150	0.0150	1.0000	0.0866
Eje del rio		0.0250	0.0266	0.0050	0.0100	0.0050	1.0000	0.0716
Margen derecha		0.0250	0.0266	0.0050	0.0150	0.0150	1.0000	0.0866

Fuente: Estudios realizados en campo

Elaboración: Propia

ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores	Escala de medición
Simulación hidráulica y estructural de la defensa ribereña	La simulación hidráulica y estructural del encauzamiento y defensa ribereña es una técnica de la Ingeniería Civil que consiste en dimensionar un buen sistema de protección, sea por medios estructurales o no estructurales contemplando todos los parámetros topográficos, hidrológicos e hidráulicos que tiene influencia sobre el correcto funcionamiento de la estructura (Horna, 2018, p. 109)	Para responder la variable se ha conformado el DEM a partir de imágenes satelitales tipo LiDAR en el área de estudio. Se ha delimitado cuenca aportante al tramo de estudio y trabajado con precipitaciones anuales máximas en 24 horas de la estaciones cercanas, a partir de las cuales se han realizado hietogramas e hidrogramas de diseño que se ingresaron al software HEC HMS para obtener caudal de diseño. En forma paralela se trabajó la mecánica de suelos para obtener propiedades físico mecánicas del suelo en diques existentes de igual forma en el cauce del rio para obtener su rugosidad. Se trabajó la simulación hidráulica en 2D en el software HEC RAS para obtener parámetros hidráulicos de diseño de diques y definir sus dimensiones lo cual fue realizado en hojas de cálculo de Excel siguiendo el marco teórico presentado en el informe.	Topografía	Levantamiento topográfico LiDAR	Elevaciones. Perfil longitudinal. Secciones transversales DEM	Nominal
			Hidrología	Data hidrológica	Precipitaciones anuales máximas en 24 horas Hietogramas Hidrogramas	Nominal
			Mecánica de suelos	Propiedades físico mecánicas del suelo	Granulometría Peso Específico Corte directo SPT	Nominal
			Simulación hidráulica	Modelamiento hidráulico	Tirante Velocidad Caudal Áreas afectadas	Nominal
			Diseño hidráulico y estructural de diques	Diseño de infraestructura	Talud Altura de uña antisocavante Espesor de enrocado Estabilidad de dique	Nominal

ANEXO N° 3: INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El entorno en el cual se ha de ejecutar el proyecto, se define en base al estado actual de las defensas ribereñas existentes; Actualmente el cauce del río se encuentra obstruido en gran parte a nivel de cauce natural (tierras sedimentarias y cantos rodados). Así mismo el diagnóstico de defensas ribereñas en ambas márgenes de la cuenca media, para protección de la ciudad de Olmos y obras mayores, es que éstas se encuentran en deterioro y otros tramos de las defensas se encuentran mal ubicados, por causa de estrangulación a efecto del ancho estable del río, siendo necesario proyectar nuevos tramos de protección, o en su defecto mejorar la defensa ribereña existentes. Esta evaluación ha sido más detallada en el informe de modelamiento hidráulico. Entre las estructuras existentes se ha designado unas que serán eliminadas y otras que serán mejoradas, las mejoradas junto a las proyectadas a construir son parte de las alternativas técnicas de este proyecto.

Tabla 43. Ubicación de diques a demoler que atentan contra el ancho estable

DEMOLICION DE DIQUES EXISTENTES										
Margen izquierda										
Obra a demoler	Progresiva del río		Coordenadas UTM				Altura promedio (m)	Ancho de corona (m)	Longitud (m)	Tipo de intervención
			INICIO		FIN					
Defensa ribereña	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE				
Dique A	6+600.00	10+100.00	640247.15	9337671.81	643456.84	9338670.64	3.00	4.00	3810.60	Demolición
Dique B	4+620.00	6+395.00	638587.70	9336746.30	640075.16	9337590.42	2.50	5.00	1789.70	Demolición
Dique C	2+780.00	4+300.00	637220.90	9335756.91	638410.97	9336519.20	3.00	6.00	1392.30	Demolición
Longitud total a demoler en margen izquierda									6992.60	metros
Margen derecha										
Obra a demoler	Progresiva del río		Coordenadas UTM				Altura promedio (m)	Ancho de corona (m)	Longitud (m)	Tipo de intervención
			INICIO		FIN					
Defensa ribereña	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE				
Dique D	3+915.00	4+600.00	638101.66	9336280.41	638616.32	9336915.92	3.00	5.00	1148.00	Demolición
Dique E	0+165.00	3+010.00	635094.59	9334654.93	637406.50	9335925.65	3.00	4.00	2645.60	Demolición
Longitud total a demoler en margen izquierda									3793.60	metros

Fuente: Elaboración Propia

Elaboración: Elaboración Propia

La condición estructural actual de los diques se encuentra erosionada debido a las condiciones fluviales de esta cuenca, a sus inundaciones aproximadamente anuales y al intemperismo. Estos han sufrido con la presencia del fenómeno del Niño.

Los diques a demoler presentan alteraciones en su conformación estructural, que han deformado su alineamiento horizontal e inclinación, en su base presentan sedimentación, un fuerte erosionado, y en la parte baja de la ciudad de Olmos han recepcionado material granular producto del tránsito y descenso de las avenidas. Esto ha debilitado la condición de defensa.

Estos han sido conformados por roca al volteo de piedra mediana con una inclinación que varía entre $z=1.5$ a $z=2.5$

Ver mapa DM-01 UBICACIÓN DE DIQUES A DEMOLER EN RIO OLMOS

ANEXO N° 4: SECCIONES DE MUESTREO

Para la selección de la muestra de la población señalada como espacio geográfico comprendido en el cauce del río Olmos, entre las bocatomas La Juliana y bocatoma Miraflores se ha tenido en cuenta tomar secciones críticas, en las cuales los parámetros de diseño son más influyentes, a estas secciones se les llamó críticas.

Para definir tramos críticos y ubicar en ellos secciones de muestreo se han tomado los siguientes criterios

Pendiente del terreno, la pendiente del terreno es de importancia pues da un índice de velocidad y con ella influye en la erosión y tiempo de concentración del flujo del río en determinado punto.

Angostamientos, en los angostamientos se reduce el área hidráulica de la sección incrementando además la velocidad, es en estos tramos donde ocurre mayor socavación y son de importancia su estudio

Ensanchamientos, son espacios topográficos en los cuales aumenta el área hidráulica de la sección, reduciendo su velocidad y disminuyendo tirantes.

Tramos rectos, son tramos de parámetros hidráulicos similares donde los parámetros son similares, de esta forma se han considerado las siguientes secciones de muestreo:

Tabla 44. Secciones de muestreo en cauce del río Olmos



N°	Progresiva (Km)	N°	Progresiva (Km)	N°	Progresiva (Km)	N°	Progresiva (Km)
1	9+600	15	7+600	29	5+450	43	3+600
2	8+700	16	7+125	30	5+000	44	3+575
3	8+650	17	7+100	31	4+950	45	3+550
4	8+600	18	7+050	32	4+925	46	3+525
5	8+550	19	7+000	33	4+900	47	3+500
6	8+500	20	6+600	34	4+875	48	2+700
7	8+450	21	5+850	35	4+700	49	2+675
8	8+400	22	5+825	36	4+675	50	2+650
9	8+000	23	5+800	37	4+650	51	2+625
10	7+950	24	5+750	38	4+625	52	2+600
11	7+900	25	5+600	39	4+600	53	2+575
12	7+850	26	5+525	40	4+575	54	1+600
13	7+800	27	5+500	41	4+550		
14	7+750	28	5+475	42	4+525		

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

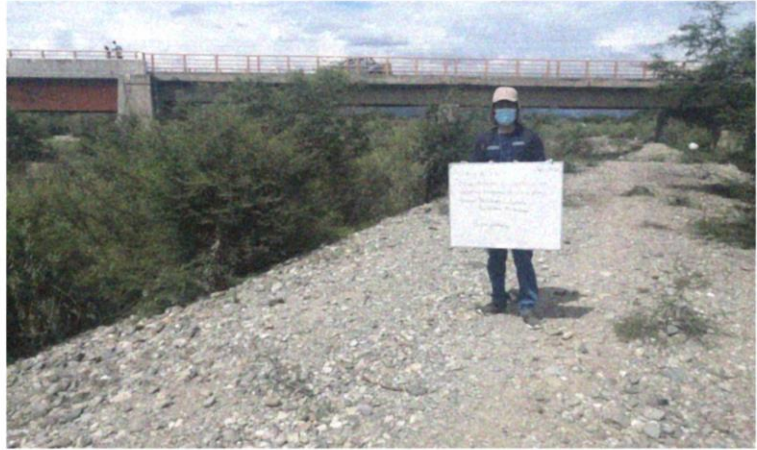
Se presentan gráficamente en los mapas SM – 01 y 02.

ANEXO N° 5: GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO	
AUTORES:	Bach. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ Bach. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA
PROYECTO DE TESIS:	DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSAS RIBERÑEAS EN EL RIO OLMOS TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES
FECHA: Septiembre - 2020	OBSERVACION: Dique existente que se encuentra erosionado
FOTOGRAFIA:	
	
GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO	
AUTORES:	Bach. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ Bach. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA
PROYECTO DE TESIS:	DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSAS RIBERÑEAS EN EL RIO OLMOS TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES
FECHA: Septiembre - 2020	OBSERVACION: Huella hidrica por máxima avenida marcada en regla de pilar en puente Olmos.
FOTOGRAFIA:	
	

GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO	
AUTORES:	Bach. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ Bach. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA
PROYECTO DE TESIS:	DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSAS RIBERÑEAS EN EL RIO OLMOS TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES
FECHA:	OBSERVACION:
Septiembre - 2020	Dique existente que se encuentra dentro de faja marginal del río Olmos

FOTOGRAFIA:



GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO	
AUTORES:	Bach. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ Bach. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA
PROYECTO DE TESIS:	DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSAS RIBERÑEAS EN EL RIO OLMOS TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES
FECHA:	OBSERVACION:
Septiembre - 2020	Dique existente que se encuentra dentro de faja marginal del río Olmos

FOTOGRAFIA:



GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO	
AUTORES:	Bach. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ Bach. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA
PROYECTO DE TESIS:	DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSAS RIBERÑEAS EN EL RIO OLMOS TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES
FECHA: Septiembre - 2020	OBSERVACION: Ubicación de punto de muestreo para obtención de rugosidad en tramo de estudio
FOTOGRAFIA:	
GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO	
AUTORES:	Bach. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ Bach. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA
PROYECTO DE TESIS:	DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSAS RIBERÑEAS EN EL RIO OLMOS TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES
FECHA: Septiembre - 2020	OBSERVACION: Ubicación de punto de muestreo para obtención de rugosidad en tramo de estudio
FOTOGRAFIA:	

ANEXO N° 6: INFORMACIÓN HISTÓRICAS

Para corroborar caudales establecidos mediante el modelamiento hidrológico se han considerado comparar con eventos máximos ya ocurridos en el pasado que forman parte de data histórica. Así tenemos por ejemplo noticias publicadas por periódicos reconocidos como los siguientes



Figura 36. Bocatomía La Juliana después de padecer el paso de un caudal mayor a 703 m³/s (Fuente: RPP / noticias)

Esta fuente tiene fecha 24 de marzo del 2017 e indica que en la Bocatomía La Juliana pasaron 703 m³/s y desbordó, esto quiere decir que en realidad pasó mucho más de tal forma que generó daños en la estructura generando daños en el canal aductor de la bocatomía.

A la altura del puente Olmos se ha verificado huella hídrica de nivel de agua ocurrido en ese máximo evento en el mes de marzo del 2017, esta huella marca una cota de 183.00 msnm

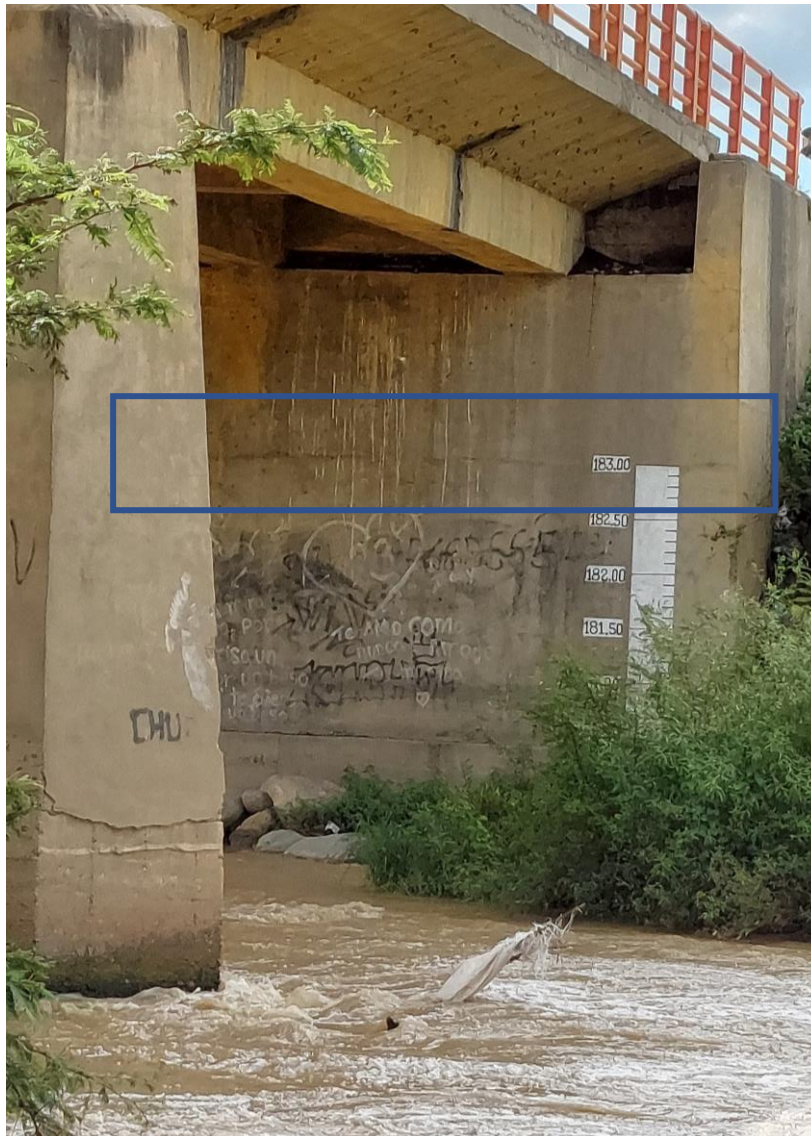


Figura 37. Huella hídrica en regla bajo puente Olmos (Fuente: Propia)

A partir de esta huella y teniendo data topográfica de la zona, se ha procedido a calcular parámetros hidráulicos que demuestren el caudal que pasó por debajo del puente para generar un tirante que alcance el nivel de avenidas máximas extraordinarias de 183.00, el cálculo final es de 957.79 m³/s que teóricamente se asemeja al caudal estimado para un periodo de retorno de 100 años.

A.-METODO DE LA SECCION Y LA PENDIENTE

Para aplicar el siguiente método debe realizarse los siguientes trabajos de campo:

- 1-Selección de varios tramos del río
- 2-Levantamiento topográfico de las secciones transversales seleccionadas (3 secciones mínimas)
- 3-Determinación de la pendiente de la superficie de agua con las marcas o huellas dejadas por las aguas de máximas avenidas
- 4-Elegir un valor de coeficiente de rugosidad (n) el más óptimo.
- 5-Aplicar cálculos en la formula de Manning.

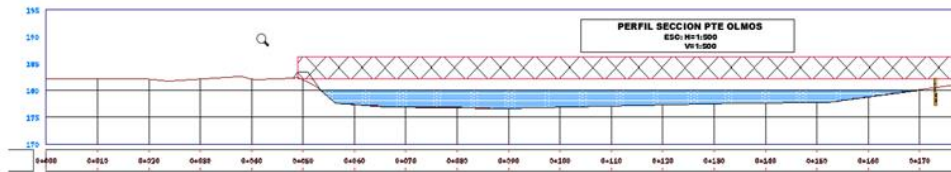
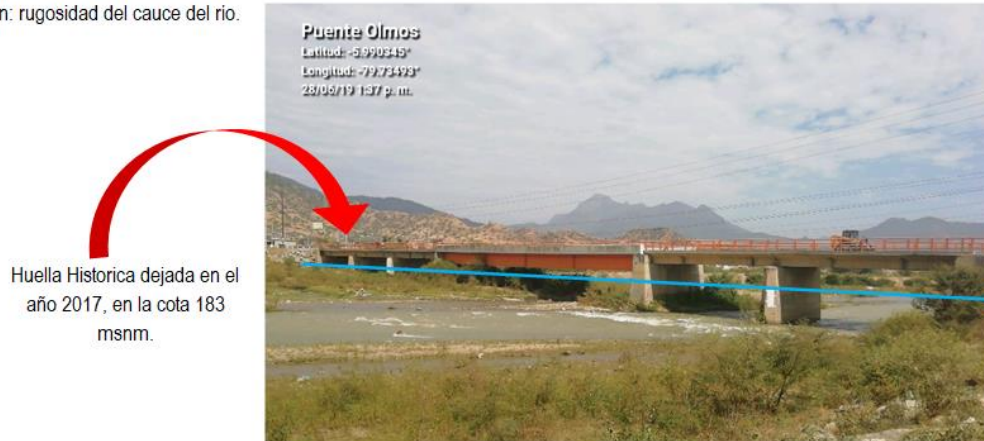
$$Q_{max} = A * R^n \quad Q_{max} = A * R^{(2/3)} * S^{(1/2)} / n$$

A: área de la sección húmeda (m²)

R: área de la sección húmeda/ perímetro mojado

S: pendiente de la superficie del fondo de cauce

n: rugosidad del cauce del río.



La siguiente tabla nos muestra los distintos valores de "n" que se adoptaran:

SEGUN COWAN:

Condiciones del río:

material del cauce:

- A terroso
- B rocoso
- C gravoso fino
- D gravoso grueso

material del cauce adoptado:

C = 0.024

Grado de irregularidad:

- A ninguna
- B leve
- C regular
- D severo

Grado de irregularidad adoptado:

B = 0.005

Secciones

- A leve
- B regular
- C severo

Variables

variación de la sección adoptada:

B = 0.005

Efecto de las obstrucciones:

- A despreciables
- B menor
- C apreciable
- D severo

Efecto de las obstrucciones adoptado:

B = 0.01

vegetación:	A	ninguna			
	B	poco			
	C	regular			
	D	alta			
vegetación adoptada:			B	=	0.01
grado de sinuosidad:	A	Insignificante			
	B	regular			
	C	considerable			
grado de sinuosidad adoptado:			B	=	1.15
valor de " n " adoptado según COWAN	n =				0.0621

SEGUN SCOBEEY:

Condiciones del río:

n = 0.025

Cauce de tierra natural limpios con buen alineamiento con o sin algo de vegetación en los taludes y gravillas dispersas en los taludes

n = 0.030

Cauce de piedra fragmentada y erosionada de sección variable con algo de vegetación en los bordes y considerable pendiente (típico de los ríos de entrada de ceja de selva)

n = 0.035

Cauce de grava y gravilla con variación considerable de la sección transversal con algo de vegetación en los taludes y baja pendiente.(típico de los ríos de entrada de ceja de selva)

n = 0.040-0.050

Cauce con gran cantidad de canto rodado suelto y limpio, de sección transversal variable con o sin vegetación en los taludes (típicos de los ríos de la sierra y ceja de selva)

n = 0.060-0.075

Cauce con gran crecimiento de maleza, de sección obstruida por la vegetación externa y acuática de lineamiento y sección irregular. (típico de los ríos de la selva)

valor de " n " adoptado según COWAN n = **0.0621**

Seleccionando el menor valor de "n" de estos dos criterios

Cota de N.A.M.E dejada por las huellas	:	183 m.s.n.m
Aa : Area de la sección del río en la avenida	:	305 m2
P : perimetro mojado de la avenida	:	117 m
S : pendiente de la superficie del fondo de cauce	:	0.0106
n : rugosidad del cauce del río.	:	0.0621
Ba	=	114

$$Q_{max.} = A * (A/P)^{(2/3)} * S^{(1/2)} / n$$

Qmax. = 957.79 m3/s

ANEXO N° 7: CONSTANCIA DE ENTREGA DE ESTUDIO



CONSTANCIA DE ENTREGA DE ESTUDIO TOPOGRAFICO CON LEVANTAMIENTO LiDAR

El Gerente General de **INGEO SERVICE SAC**, suscribe

Hace constar:

Que habiendo realizado el estudio topográfico con tecnología LiDAR, el cual requiere un elevado financiamiento debido al complejo procedimiento para su realización y que usa tecnología de muy alta precisión con una resolución espacial de 0.5x0.5 m en sus imágenes, ponemos a disposición la data mencionada para el desarrollo del proyecto de investigación: **“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE -2021”**, el cual permitirá que los autores el **SR. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ** y el **Sr. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA**, obtengan el grado de Ingeniero Civil. Así mismo los mencionados beneficiarios han laborado de manera eficiente y responsable en nuestra empresa, por lo que ya cuentan con conocimiento sobre dicho estudio.

Se extiende la presente constancia con el fin ya mencionado.

Chiclayo, 25 de noviembre del 2020

INGEO SERVICE S.A.C

Boris D. Olivos Zuñe
GERENTE GENERAL

Av. Pedro Ruiz Gallo N° 139 Dpto. 201 – Chiclayo – Lambayeque
Teléfono: 074-691920



CONSTANCIA DE ENTREGA DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

El Gerente General de **INGEO SERVICE SAC**, suscribe

Hace constar:

Que habiendo realizado el estudio de mecánica de suelos, el cual requiere un elevado financiamiento debido a la cantidad de muestras requeridas para su realización, ponemos a disposición la data mencionada para el desarrollo del proyecto de investigación: **“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA – BOCATOMA MIRAFLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE -2021”**, el cual permitirá que los autores el **SR. WILLIAM JOSÉ AYALA FERNÁNDEZ** y el **Sr. JULIO PEDRO LADISLAO INFANTE CHAVESTA**, obtengan el grado de Ingeniero Civil. Así mismo los mencionados beneficiarios han laborado de manera eficiente y responsable en nuestra empresa, por lo que ya cuentan con conocimiento sobre dicho estudio.


Se extiende la presente constancia con el fin ya mencionado.

Chiclayo, 25 de noviembre del 2020


INGEO SERVICE S.A.C
Boris D. Olivos Zúñiga
GERENTE GENERAL


Av. Pedro Ruiz Gallo N° 139 Dpto. 201 – Chiclayo – Lambayeque
Teléfono: 074-691920

ANEXO N° 8: INFORME TOPOGRÁFICO LIDAR

 Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGRAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGRAMETRICO	Código : HSA-2019-0014-ITV
	Revisión N° : 00	
	Página : 2 de 19	
	Emisión : 08.06.2019	

Contenido

INFORME TECNICO DE VUELOS FASE I	4
1. ANTECEDENTES.....	4
2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
3. RECURSOS A EMPLEADOS.....	5
3.1. RECURSOS HUMANOS.....	5
3.2. RECURSOS TÉCNICOS.....	5
4. PERMISOS Y AUTORIZACIONES.....	7
5. PLANES DE VUELO.....	12
6. BASE GNSS DE APOYO AL VUELO.....	13
7. EJECUCION DE VUELOS LIDAR – FOTOGRAMETRICO.....	15
7.1. CALIBRACIÓN DEL SENSOR LIDAR.....	15
7.2. EJECUCION DE VUELOS.....	16
8. CONCLUSIONES.....	19


 HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. <small>AERIAL MAPPING PROFESSIONALS</small> Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 3 de 19
		Emisión : 08.06.2019

Relación de Figuras

Figura 1: Vista General del área del Proyecto.....	4
Figura 2 : Plataformas Aéreas Propias.....	6
Figura 3: ALS70.....	6
Figura 4: Cámara RCD30.....	7
Figura 5: Certificado de Explotador de Servicios Aéreos	8
Figura 6: RD 685-2018-MTC/12.....	9
Figura 7: Autorización de vuelos Zona restringida 84	10
Figura 8: Autorización Zona Restringida 84.....	11
Figura 9: Ubicación de las Base 1901 (Jayanca) y 1902 (Olmos) GNSS para control de campo con respecto al proyecto.....	13
Figura 10: Solicitud de estado de ERP LB02	14
Figura 11: Data disponible ERP LB02 solo hasta enero 2019	15
Figura 12: Configuración de la ubicación de la Antena GNSS para cámara y sensor lidar.....	16
Figura 13: Líneas voladas 23 de mayo.....	17
Figura 14: Líneas de vuelo ejecutadas 6 de junio.....	17
Figura 15: Comparación de líneas de vuelo ejecutadas Vs líneas de vuelo planeadas	18
Figura 16: Residuales de cálculo de trayectoria	18

Relación de Tablas

Tabla 1: Datos Técnicos Aeronave Conquest OB 1971.....	5
Tabla 2: Datos Técnicos Aeronave Piper Chieftain.....	5
Tabla 3: Parámetros de Sensor Lidar.....	6
Tabla 4: Parámetros Cámara Fotogramétrica RCD30.....	6
Tabla 5: Parámetros Generales de Vuelo	12
Tabla 6: Valores coordenadas Bases GNSS de apoyo al vuelo	13

 <p>Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS</p> <p>INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 4 de 19
		Emisión : 08.06.2019

INFORME TECNICO DE VUELOS FASE I

1. ANTECEDENTES.

Consorcio Rio Olmos COPE beneficiario de la buena pro del servicio de consultoría general para la Formulación del Plan Integral para el Control de Inundaciones y Movimientos de Masa de la Cuenca del Rio OLMOS, ha encargado a **Horizons South America SAC**, mediante acuerdo privado entre las partes, la realización del servicio de Levantamiento Topográfico con Empleo de Tecnología Lidar y Fotogrametría Combinadas para la Caracterización de las Zonas Inundables.

El presente informe resume la ejecución de vuelos Lidar fotogramétrico del proyecto

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se desarrollará dentro de los límites de la cuenca del río Olmos sobre una extensión de 8,000 hectáreas definidas por el Consorcio Olmos COPE tal como se muestra en la siguiente figura.

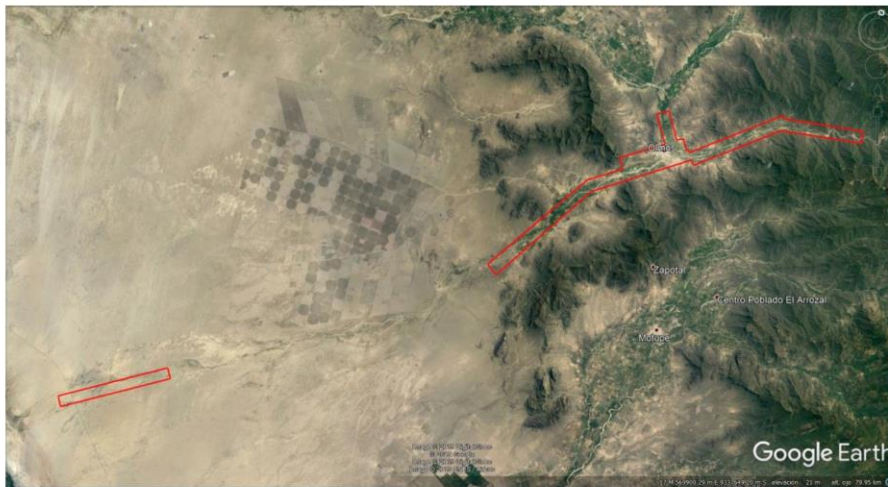



Figura 1: Vista General del área del Proyecto.

 <p>Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS</p> <p>INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 5 de 19
		Emisión : 08.06.2019

3. RECURSOS A EMPLEADOS.

3.1. RECURSOS HUMANOS.

- Un ingeniero geógrafo como líder del proyecto.
- Un piloto como responsable de operaciones aéreas.
- Un operador de sensor Lidar
- Un ingeniero agrícola como líder de procesos y evaluación.

3.2. RECURSOS TÉCNICOS.

- Una (01) aeronave propia de HSA modificada con doble puesto de cámara para el cumplimiento del servicio para realizar vuelos de tomas simultaneas, cámara fotogramétrica multispectral y sensor Lidar.
- Un (01) sensor Lidar ALS 70Leica con capacidad de hasta 700,000 disparos por segundo.
- Una (01) Estación de procesos lidar.
- Softwares: Mission Pro – Waypoint – MS Office

Tabla 1: Datos Técnicos Aeronave Conquest OB 1971

Matrícula	OB-1971
Motores	Dos motores Garret Modelo TPE331-10N-511S
Peso vacío	2,489 Kg
Peso máximo de despegue	4,611 Kg
Alcance ó autonomía	Autonomía 5 horas
Velocidad de crucero	245 kts
altura máxima de vuelo	33,000 pies
Dimensiones	Envergadura 49.33 pies // Longitud 39.02 pies

Tabla 2: Datos Técnicos Aeronave Piper Chieftain

Matrícula	OB-1932
Motores	LYCOMING modelos TIO-540-J2BD (LH) Y LTIO-540-J2BD (RH)
Peso Vacío	2,240 Kg
Peso máximo de despegue	3,122 Kg (al nivel del mar)
Alcance u autonomía	Autonomía 4.5 horas
Velocidad de crucero	160 nudos
altura máxima de vuelo	24,500 pies
Dimensiones	Envergadura 12.40 metros Longitud 10.55 metros
Equipos de navegación	GPS Garmin 400 - HSI - 02 equipos Chelton (RMI-HSI-horizonte-veloc.-alt.)- Compas Magnético RMI-GLIDE SLOPE Piloto Automático Bendix king-VOR-ILS- transponder bendix king.


 <p>Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGRAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS</p> <p>INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGRAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 6 de 19
		Emisión : 08.06.2019



Figura 2 : Plataformas Aéreas Propias

Tabla 3: Parámetros de Sensor Lidar

Ítem	Descripción
Sensor	ALS70-HP
Nro. de Serie	SN7164
Máximo Ratio de Pulsos	Hasta 700,000 Hz (pulsos por segundo)
Precisión	Hasta 5 cm en vertical de acuerdo al tipo de vuelo
Número de Retornos	Ilimitado (con 3 registros de intensidad)
Máximo FOV	72 grados
Capacidad de almacenamiento	500 HDD (aproximadamente 6 horas al máximo pulso)



Figura 3: ALS70

Tabla 4: Parámetros Cámara Fotogramétrica RCD30

Ítem	Descripción
Sensor	RCD 30
Nro. de Serie	62064
Rango dinámico del CCD	73 dB
Datos	RAW data – comprimidos 14bit
Rango Espectral	RGB + IR
Tamaño de píxel	0.006 mm
Disparos	Ciclo de reemplazo >200,000 disparos
Capacidad de memoria	De 500 Gb a 1TB superior a 6000 y 12000 imágenes respectivamente
Techo Operacional	Hasta 25,000 pies o 7,620 m aproximadamente

El presente documento es propiedad de Horizons South America S.A.C y ha sido elaborado para el proyecto de la referencia. Prohibida su reproducción y/o Publicación total y/o parcial sin consentimiento expreso de HSA.

Los documentos impresos se consideran como copia no controlada a excepción de aquellos que cuenten con el visto del emisor.


 <p>Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 7 de 19
		Emisión : 08.06.2019




Figura 4: Cámara RCD30.

4. PERMISOS Y AUTORIZACIONES

Para la ejecución de vuelos, HSA cuenta con el certificado de explotador N° 057-TA14, del 15 de enero de 2007 y la Resolución Directoral N° 685 – 2018-MTC/12 por las cuales cuenta con los permisos de Operación de Aviación Comercial: Trabajo Aéreo – Fotografía, Percepción Remota, Telecomunicaciones Aeronáuticas, Ensayos en Vuelo y/o tierra de las Radio ayudas para la Navegación Aérea. En ese sentido HSA y sus aeronaves cuentan con las acreditaciones para operar en todo el territorio nacional.

El área del proyecto se encuentra en una zona de libre tránsito aeronáutico; sin embargo, se encuentra parcialmente en la zona restringida 84 a cargo de la Fuerza Aérea del Perú, por lo que se tramitó ante el Comando de Control Aeroespacial de la Fuerza Aérea del Perú los respectivos permisos tal como consta en el permiso adjunto al presente documento.

La altura de vuelos sobre el terreno será superior a los 1,000 m en promedio, por lo que el paso de la aeronave no generará disturbios visuales o de ruido sobre la población.

 HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. <small>AERIAL MAPPING PROFESSIONALS</small> Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 8 de 19
		Emisión : 08.06.2019



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL

REPUBLICA DEL PERU

Dirección General de Aeronáutica Civil

CERTIFICADO DE EXPLOTADOR DE SERVICIOS AEREOS


Se certifica por el presente que

Horizons South America S.A.C

Satisface los requisitos de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú N° 27261, de los Reglamentos y de la Parte 91 de las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP), en fe de lo cual se le expide el presente Certificado que la autoriza a realizar operaciones de Aviación Comercial, Trabajo Aéreo, Fotografía, de conformidad con las autorizaciones y limitaciones señaladas en la Parte 91 de las Regulaciones Aeronáuticas del Perú y en sus Especificaciones Técnicas de Operación adjuntas, que son parte integrante de este documento.


El presente certificado es intransferible y permanecerá vigente, salvo renuncia del titular, suspensión o revocación por esta Dirección General.

Certificado N° 057-TA14


CARLOS PUGA POMAREDA
 Director General de Aeronáutica Civil

Expedido el **15 ENE. 2007**, en Lima - Perú

Figura 5: Certificado de Explotador de Servicios Aéreos

 <p>Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGRAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGRAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 9 de 19
		Emisión : 08.06.2019



COPIA FIEL DEL ORIGINAL
Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Dirección General de Aeronáutica Civil

JUAN GUILLERMO ROSALES CUBA
FEDATARIO TITULAR
RM. N° 1193-2017 - MTC/01
Reg. 733 Fecha: 09 AGO. 2018

Resolución Directoral

N° 685 - 2018-MTC/12

Lima, 08 de agosto del 2018

Vista la solicitud de la empresa HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C., sobre la Renovación de Permiso de Operación de Aviación Comercial: Trabajo Aéreo – Fotografía, Percepción Remota, Servicios de Telecomunicaciones Aeronáuticas, Ensayos en vuelo y/o tierra de las Radioayudas para la Navegación Aérea;

CONSIDERANDO:

Que, la empresa HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. cuenta con el Certificado de Explotador N° 057-TA14, expedido el 15 de enero del 2007 bajo las Regulaciones Aeronáuticas del Perú – RAP 91;

Que, mediante Resolución Directoral N° 370-2014-MTC/12 del 14 de agosto del 2014 se otorgó a la empresa HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. el Permiso de Operación de Aviación Comercial: Trabajo Aéreo – Fotografía, Percepción Remota, por el plazo de 4 años contados a partir del 29 de agosto del 2014, vigente hasta el 29 de agosto del 2018;

Que, dicha resolución fue modificada a través de la Resolución Directoral N° 213-2016-MTC/12 del 05 de mayo del 2016 en el sentido de incrementar la naturaleza del servicio "Servicios de Telecomunicaciones Aeronáuticas, Ensayos en vuelo y/o tierra de las Radioayudas para la Navegación Aérea";

Que, mediante Expediente N° T-157819-2018 del 08 de junio del 2018 y Documento de Registro N° E-174664-2018 del 27 de junio del 2018 la empresa HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C., solicitó la Renovación de su Permiso de Operación;

Que, según los términos del Memorando N° 1073-2018-MTC/12.LEG emitido por la Abogada de la Dirección General de Aeronáutica Civil, Memorando N° 098-2018-MTC/12.07.PEL emitido por el Coordinador Técnico de Licencias, Informe N° 139-2018-MTC/12.07.AUT emitido por la Coordinadora Técnica de Autorizaciones e Informe N° 741-2018-MTC/12.07 emitido por el Director de Certificaciones y Autorizaciones, que forman parte de la presente resolución según el numeral 6.2 del Artículo 6 del Texto Único Ordenado de la Ley 27444 – Ley del Procedimiento Administrativo General aprobado con Decreto Supremo N° 006-2017-JUS, se considera procedente atender lo solicitado en lo pertinente, al haber cumplido la recurrente con los requisitos establecidos en la Ley N° 27261 - Ley de Aeronáutica Civil del Perú; su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 050-2001-MTC; el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2002-MTC modificado por la Resolución Ministerial N° 644-2007-MTC/01 y sus modificatorias, así como las demás disposiciones legales vigentes;

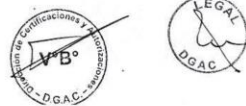




Figura 6: RD 685-2018-MTC/12

El presente documento es propiedad de Horizons South America S.A.C y ha sido elaborado para el proyecto de la referencia. Prohibida su reproducción y/o Publicación total y/o parcial sin consentimiento expreso de HSA.

Los documentos impresos se consideran como copia no controlada a excepción de aquellos que cuenten con el visto del emisor.

 <p>Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS</p> <p>INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 10 de 19
		Emisión : 08.06.2019

	PERÚ	Ministerio de Defensa	Fuerza Aérea del Perú	Comando de Control Aeroespacial
---	-------------	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION Y LA IMPUNIDAD"
"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"

Lima, 27 MAY 2019

NC-16-CAA3-CICM-N°0386

Señor
ALEJANDRO TALAVERA FRIAS
Gerente General de HORIZONS SOUTH AMERICA SAC
CIUDAD

Ref. Carta HSA 318/GG/2019 del 21 de mayo de 2019

Es grato dirigirme a Usted en conexión al documento de la referencia, con la finalidad de saludarlo cordialmente y a la vez hacer de su conocimiento que este Comando de Control Aeroespacial, órgano de línea de la Fuerza Aérea del Perú encargado de conducir la Vigilancia y Control del Espacio Aéreo Nacional, autoriza el sobrevuelo de la Zonas Restringida 84, de acuerdo al siguiente detalle:

- Zona Restringida: SPR84 (La Leche, Olmos y Motupe)
- Aeronaves: PIPER PA31-350, matrícula OB-1932
- Fecha: del 22 de mayo al 05 de junio de 2019
- Tripulación:
 - Javier Aravena Daffos (Piloto) Licencia PC2113 DNI 42828854;
 - César Pareja Lopez (Piloto) Licencia TLA 0946 DNI 10264775;
 - Juan Chumpitaz Leyva (Mecánico Inspector) Licencia 1574 DNI 16021031;
 - Marco Morales Yamunaque (Mecánico) Licencia 6090 DNI 45137709;
 - Ivor Manrique Gonzales (Ing. Electrónico) DNI 06639858 y
 - Fernando Villacorta Bazán (Observador) Licencia TLA 1481 DNI 43378980.
- Inspector a Bordo: Nombrado por la DIVRA, debiendo coordinarlo con el COR FAP QUINTANA CASTRILLÓN, José Teodoro Cel. 943070512.

Al respecto, de requerirse autorización adicional de sobrevuelos en otras zonas Restringidas o extensión de vigencia, deberá notificarlo oportunamente a este Comando de Fuerza para la autorización correspondiente

Asimismo, deberá remitir su programación al Centro de Información de Defensa Aérea Regional Norte (CIDAR-NORTE), Cel. 938485106, correo cidarn@fap.mil.pe, para el control respectivo.






Figura 7: Autorización de vuelos Zona restringida 84



 <p>HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. <small>AERIAL MAPPING PROFESSIONALS</small> Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS</p> <p>INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 11 de 19
		Emisión : 08.06.2019

NC-16-CAA3-CICM-N° 071 del 27 MAY 2019

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Dios guarde a Ud.
 El Teniente General FAP
CESAR ROBERTO ROMERO DIAZ



COMANDANTE DE CONTROL AEROSPAICIAL
 PIO del Comandante de Control Aeroespacial
 El 2do. Comandante de Control Aeroespacial
 Mayor General FAP
IGOR GUZMAN SANCHEZ
 O-9461482-A+

Av. De la Peruanidad S/N Jesús María
 Central 3154300 – Anexos 6335 - 6339

Figura 8: Autorización Zona Restringida 84

El presente documento es propiedad de Horizons South America S.A.C y ha sido elaborado para el proyecto de la referencia. Prohibida su reproducción y/o Publicación total y/o parcial sin consentimiento expreso de HSA. Los documentos impresos se consideran como copia no controlada a excepción de aquellos que cuenten con el visto del emisor.

 HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. <small>AERIAL MAPPING PROFESSIONALS</small> Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 12 de 19
		Emisión : 08.06.2019


5. PLANES DE VUELO

Se empleó el plan de vuelo de acuerdo al informe HSA-2019-0014-A-PLV.00 para mayor detalle favor de referirse al citado documento

Tabla 5: Parámetros Generales de Vuelo

Parámetro	Especificaciones
Superficie	- 100 % del área del proyecto + área para restitución.
Horario de Vuelo	- El horario de vuelo será con una angulo solar mayor a 35°
Avión y Equipo	- Aeronave matrícula peruana OB 2009/OB1971/ OB1932 - Operador por Explotador de servicios aéreos con permiso 057-TA14 - Sistema GPS de navegación
Gráfico de Líneas de Vuelo	- Gráfico de líneas de vuelo en formato Kmz, SHP y DXF con codificación puntos de entrada y salida y altura de vuelo.
Líneas de Vuelo	- Las necesarias para el recubrimiento estereoscópico. - Dirección en función de la geometría del área. - Ejes de líneas paralelas. - Codificadas con caracteres alfanuméricos consecutivamente.
Traslape o recubrimiento longitudinal	- Para fotografías, traslape longitudinal entre 80 % según los TDR's acorde a variaciones del terreno.
Traslape o recubrimiento lateral	- Para fotografías, traslape lateral de 40% de acuerdo a variaciones del terreno. - Para lidar 15% de acuerdo a variaciones del terreno.
GSD y Altura de vuelo	- En función a la cámara y terreno para obtener píxel de 10 cm ± 10% en la cuenca baja y 15 cm en cuenca media y alta - No más de 10% de fotogramas fuera del rango - Bandas RGB + IR según TDR's
Densidad de datos Lidar	- densidad de 2 ptos/m²
Campo de Visión Transversal	- Menor a 50° y variable de acuerdo a orografía.
Condiciones Meteorológicas y Otras	Tiempo claro, libre de: nubes, niebla, bruma, calima, zonas inundadas, puntos calientes, sombras del avión sobre el terreno, sombras de nubes y en general de cualquier condición meteorológica adversa.
Pasadas interrumpidas	Se conectará con por lo menos una longitud equivalente a 7 fotogramas o superior.
Desviaciones de la trayectoria del avión	< 50 m de la planificada para cada centro de fotograma. Las mismas no tendrán discrepancias mayores a 3° entre pasadas consecutivas.
Desviaciones de la vertical de la cámara	< 4° sexagesimales
Deriva no compensada	< 3° sexagesimales
Cambios de rumbo entre fotogramas consecutivos	< 3° sexagesimales
Base GNSS de apoyo al vuelo	- Ubicado promedio a 50 Km de distancia entre base y aeronave o distancia mínima que garantice precisiones solicitadas.

El presente documento es propiedad de Horizons South America S.A.C y ha sido elaborado para el proyecto de la referencia. Prohibida su reproducción y/o Publicación total y/o parcial sin consentimiento expreso de HSA.
Los documentos impresos se consideran como copia no controlada a excepción de aquellos que cuenten con el visto del emisor.

 HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. <small>AERIAL MAPPING PROFESSIONALS</small> Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGRAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGRAMETRICO	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 13 de 19
		Emisión : 08.06.2019

6. BASE GNSS DE APOYO AL VUELO.

Para el apoyo al vuelo se establecieron dos bases GNSS denominadas 1901 y 1902 ubicadas en las ciudades de Jayanca y Olmos Respectivamente. Esto con la finalidad de que la distancia de la base GNSS a los vuelos sea menor a 50 Km. Así mismo ambos puntos fueron enlazados a la estación de rastreo permanente LB01 ubicada en Lambayeque.


No se realizó enlace a la estación LB02 toda vez que a la fecha de elaboración del presente informe no se contaba con información GNSS de indicada ERP



Figura 9: Ubicación de las Base 1901 (Jayanca) y 1902 (Olmos) GNSS para control de campo con respecto al proyecto.

Tabla 6: Valores coordenadas Bases GNSS de apoyo al vuelo

NOMBRE	COORDENADAS GEOGRAFICAS						HAE (m)	UTM ZONA 17S		COTA EGM2008 (m)
	LATITUD			LONGITUD				ESTE (m)	NORTE (m)	
	°	'	"	°	'	"				
LB01	6	46	44.16279	79	52	16.36445	42.548	624741.406	9250544.032	33.695
1901	6	23	24.25100	79	49	20.83212	76.717	630231.790	9293527.004	67.207
1902	5	59	6.97042	79	44	28.29474	199.055	639326.235	9338264.156	187.317

 HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. <small>AERIAL MAPPING PROFESSIONALS</small> Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 14 de 19
		Emisión : 08.06.2019



HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.
AERIAL MAPPING PROFESSIONALS

Av. Del Parque 150, Lima-27, Perú
 Telf.: (511) 421 8844 (511) 421 8865
 E-mail: cmucching@horizonsperu.com

CARGO

Lima, viernes 10 de mayo del 2019

HSA-GP-019/19

Señores
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
 General de Brigada EP Fernando Portillo Romero
 Jefe del Instituto Geográfico Nacional

Presente.-

Atención : Mayor EP Joyler Córdova
 Jefe del Área de Comercialización del IGN

Asunto : Confirmación periodo de operatividad ERP LB02 Olmos

De nuestra consideración:

Sea propicia la ocasión para saludarlo y a la vez expresarle que durante el mes de mayo estaremos realizando trabajos de geodesia en el ámbito de la cuenca del rio Olmos para el Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI) del MINAGRI.

En ese sentido, agradeceremos nos confirme la operatividad de la ERP LB02 Olmos durante el mes de Mayo.

Sin otro particular y agradeciendo la atención otorgada a la presente, quedamos a la espera de su amable respuesta.

Atentamente,




Carlos Mucching Mendoza
 Subgerente de Proyectos
 Horizons South America S.A.C.



c.c. archivo

Página 1 de 1

Figura 10: Solicitud de estado de ERP LB02

 <p>HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. AERIAL MAPPING PROFESSIONALS Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGRAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS</p> <p>INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGRAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 15 de 19
		Emisión : 08.06.2019



Instituto Geográfico Nacional
Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo - REGMOC

Panel del Usuario: arojasa@horizonperu.com

INFORMACION DE ESTACION
ESTACION: OLMOS

Fecha	Tipo	Precio	Opciones
17/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
16/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
15/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
14/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
13/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
12/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
11/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
10/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
09/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
08/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
07/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA
06/01/2019	Data Diaria (de un solo día)	S/ 178.56	REDIR DATA DE ESTE DIA

Después de realizar el pedido hacer el depósito correspondiente a la cuenta N° 0000282998 en el Banco de la Nación a nombre del Instituto Geográfico Nacional y envío del voucher al correo de comercializacion@ign.gob.pe o Teléfono Fax 4709960 - Ver Pedidos


Figura 11: Data disponible ERP LB02 solo hasta enero 2019

7. EJECUCION DE VUELOS LIDAR – FOTOGRAMETRICO.

7.1. CALIBRACIÓN DEL SENSOR LIDAR.

El vuelo de calibración se caracteriza por tener dos líneas a la misma altura, pero en diferente dirección (opuestas) sobre el mismo eje o en la misma trayectoria. De igual forma, se requiere una línea perpendicular que atraviesa las dos líneas mencionadas. Con los valores obtenidos del vuelo de calibración, se obtiene un registro inicial o de partida, el cual es usado en los Procesos Finales Lidar, teniendo como función principal corregir desalineamientos entre el sensor Lidar y el IMU.

En cada una de las salidas de vuelo Lidar realizados para cubrir el presente proyecto, se realizaron vuelos “Boresight” para de esta forma efectuar procedimientos de control de calidad y verificar que en todo momento los resultados láser sean óptimos. Esto se logró efectuando siempre en vuelo una línea perpendicular a las líneas del plan de vuelos

 HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C. <small>AERIAL MAPPING PROFESSIONALS</small> Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGRAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGRAMETRICO	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 16 de 19
		Emisión : 08.06.2019



PARAMETROS DE ANTENA

EQUIPO	Laser ALS70 (s/n:7164) y Cámara RCD30 (s/n:52064)
AVION	Conquest OB-1971
FECHA	30 de Mayo de 2019
LOCACION	Pisco

PARAMETROS LASER	
X	+ 0.021
Y	- 0.019
Z	- 1.353
FOV máx.	55 °
Ang. KAPPA	180 °

PARAMETROS CAMARA	
X	+ 0.103
Y	0.0
Z	- 0.083
Ang. KAPPA	180 °

OBSERVACIONES:	
Prueba de encendido de equipo en tierra OK.	
Instalado en Foso Derecho del avión	

REALIZADO POR:	
Ing. Ivor Manrique Gonzales	
Jefe Dpto. Sensores Aéreos	

Figura 12: Configuración de la ubicación de la Antena GNSS para cámara y sensor lidar.

7.2. EJECUCION DE VUELOS.

Los vuelos se ejecutaron en dos fechas:

- a) 23 de mayo de 2019 :15 líneas de vuelo más 1 línea de calibración local.
- b) 06 de junio de 2019: 06 líneas de vuelo más 1 línea de calibración local.

Con los cuales se cobertura el 100% del área del proyecto.

La cobertura se puede apreciar en las siguientes imágenes.


 <p>Av. Del Parque 150 San Isidro, Lima - Perú Teléfono 511 4218844 horizonperu@horizonsperu.pe</p>	<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON EMPLEO DE TECNOLOGIA LIDAR Y FOTOGAMETRIA COMBINADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO OLMOS</p> <p>INFORME TECNICO DE VUELO LIDAR FOTOGAMETRICO</p>	Código : HSA-2019-0014-ITV
		Revisión N° : 00
		Página : 17 de 19
		Emisión : 08.06.2019



Figura 13: Líneas voladas 23 de mayo



Figura 14: Líneas de vuelo ejecutadas 6 de junio

ANEXO N° 9: MECÁNICA DE SUELOS EN TRAMO DE ESTUDIO

PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo para la campaña de calicatas profundas y superficiales quedó determinado de la siguiente manera:

TRABAJO DE CAMPO

En esta etapa se ha localizado en campo la ubicación de las calicatas a ejecutar, la extracción de las calicatas se ha realizado siguiendo medidas de seguridad contra el covid-19 con fecha septiembre 2020.

TRABAJO DE LABORATORIO

Consistió en la etapa donde mediante protocolos normados se obtuvieron parámetros de mecánica de suelos proveniente de muestras extraídas de calicatas. Este proceso se ha realizado mediante el laboratorio EGEL Estudios Geotécnicos y Ensayos de Laboratorios EIRL financiado por INGEO SERVICE SAC.

TRABAJO DE GABINETE

Corresponde al procesamiento informático de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, ordenando en tablas o cuadros para una interpretación posterior.

UBICACIÓN DE CALICATAS PROFUNDAS

La ubicación de las calicatas denominadas desde CD-1 al CD-20 se muestran a lo largo del área de estudio en las siguientes figuras.

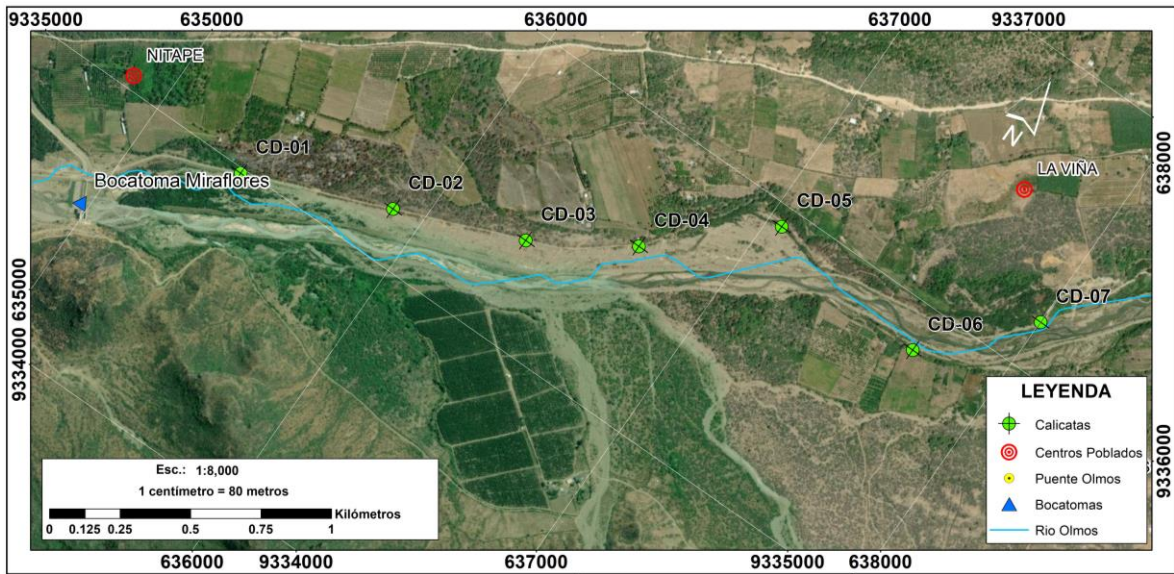


Figura 38. Ubicación de calicatas profundas CD-1 a CD-7

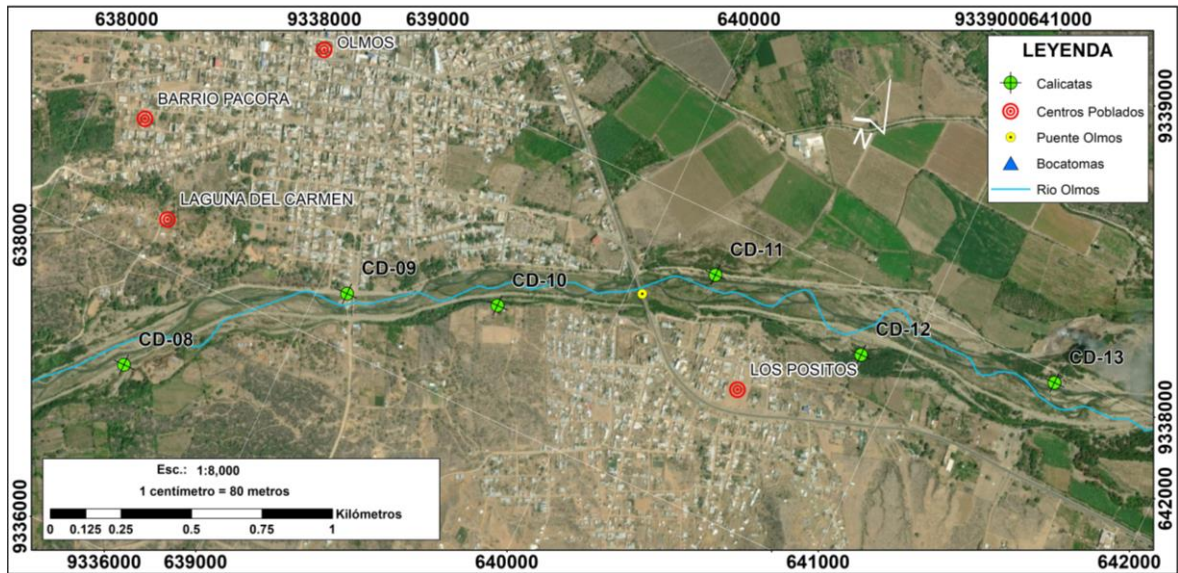


Figura 39. Ubicación de calicatas profundas CD-8 a CD-13

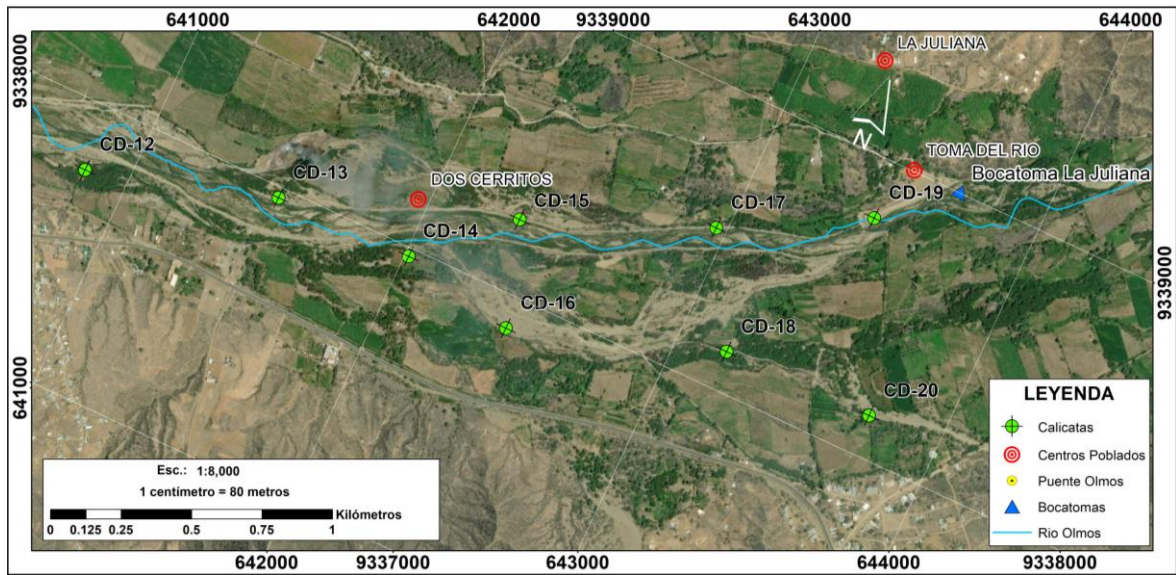


Figura 40. Ubicación de calicatas profundas CD-12 a CD-20

Del mismo modo se presenta la siguiente tabla con la ubicación georreferenciada en coordenadas UTM WGS84 17 S

Tabla 45. Ubicación de calicatas profundas

CALICATA	ESTE	NORTE
CD-01	635373	9334983
CD-02	635889	9335189
CD-03	636338	9335368
CD-04	636679	9335581
CD-05	637054	9335929
CD-06	637686	9335837
CD-07	638001	9336178
CD-08	638491	9336626
CD-09	639102	9337188
CD-10	639602	9337376
CD-11	640257	9337800
CD-12	640845	9337762
CD-13	641508	9337962
CD-14	642015	9337969
CD-15	642316	9338254
CD-16	642435	9337885
CD-17	642961	9338522
CD-18	643180	9338140
CD-19	643454	9338790
CD-20	643733	9338148

Fuente: Estudios realizados en campo

Elaboración: Propia

UBICACIÓN DE CALICATAS SUPERFICIALES

En los estudios de hidráulica fluvial la selección de un valor adecuado del coeficiente de rugosidad de Manning es importante para la determinación de las características del flujo de los diferentes tramos de un río, este coeficiente depende de la granulometría de los sedimentos depositados en el lecho del río y además de las irregularidades del cauce debido a la presencia de barras de arena, cantos rodados, depresiones y relieves existentes en el lecho.

Para la determinación del coeficiente de rugosidad de Manning " η ", aplicaremos el método de Cowan que estima el valor sobre la base del conocimiento de los factores que lo afectan, mediante un proceso analítico sobre la base de la distribución teórica, complementada con la ecuación de Limerinos para el parámetro del grado de irregularidad de cauce, la misma que a partir de datos obtenidos en campo (granulometría de los materiales finos sedimentarios del río a nivel superficial, vegetación, obstrucciones, variaciones geométricas de la caja hidráulica, etc.) se tendremos un valor base referencial de la rugosidad actual del cauce, teniendo en cuenta que este parámetro es cambiante con el tiempo a causa de vectores antrópicos y naturales. A continuación, se muestran la ubicación de los puntos de muestreo en el tramo de estudio asignados desde el M-1 al M-11:

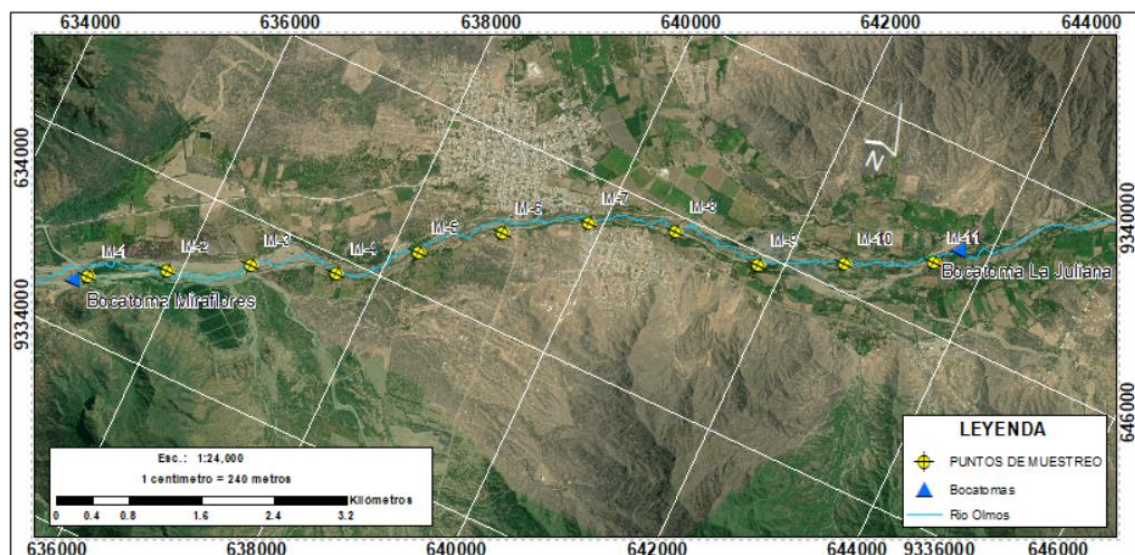


Figura 41. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo

Para el muestreo de sedimentos se ejecutó una pequeña excavación superficial no menor a 20 cm y mayor a 35cm de profundidad y con un área de 30x30 cm (medida promedio de la pala) en eje del lecho o zona media de la sección transversal del cauce, estas muestras se ubicaron desde el la progresiva 0+100.00 al 10+100.00

Tabla 46. Puntos de muestreo superficial

Código	Progresiva	Este	Norte
M-1	0+100	635080.45	9334640.37
M-2	1+100	635848.14	9335070.75
M-3	2+100	636656.06	9335509.86
M-4	3+100	637549.26	9335837.79
M-5	4+100	638267.52	9336427.21
M-6	5+100	639019.79	9337006.21
M-7	6+100	639835.87	9337514.58
M-8	7+100	640749.13	9337836.85
M-9	8+100	641717.95	9337878.13
M-10	9+100	642583.36	9338304.35
M-11	10+100	643470.92	9338731.08

Fuente: Estudios realizados en campo

Elaboración: Propia

ENSAYOS Y MECÁNICA DE SUELOS

Los ensayos de mecánica de suelos se realizaron según precisan las normas técnicas, las cuales brindan sustento a los resultados presentados.

La distribución de los ensayos en las calicatas se realizó según a las condiciones del terreno y a las necesidades ingenieriles para la correcta caracterización geotécnica del terreno de fundación.

Tabla 47. Ensayos estándar que se han aplicado a las muestras

ENSAYOS ESTANDAR		
NOMBRE DEL ENSAYO	NOMENCLATURA ASIGNADA	NORMA TECNICA
Análisis granulométrico	AG	ASTM D422, AASHTO T88
Clasificación de suelos	SUCS	NTP 339.134
Límites de Atterberg	LA	ASTM D4318, AASHTO T89 – T90
Humedad Natural	HN	ASTM D2216
Peso Específico	Pe	ASTM D854, AASHTO T100
Corte Directo	CD	ASTM D3080, AASHTO T236
ENSAYOS ESPECIALES		
NOMBRE DEL ENSAYO	NOMENCLATURA ASIGNADA	NORMA TECNICA
Penetración estándar (SPT)	SPT	ASTM D1586

Fuente: ASTM, AASHTO, NTP

Elaboración: Propia

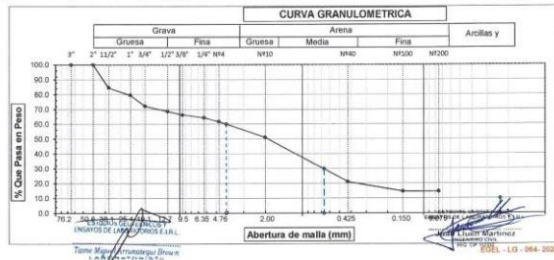
ANALISIS DE LA CIMENTACION

Se ha tomado un punto de SPT ubicado en las coordenadas 640090 E y 9337510 N financiado por la empresa INGEO SERVICE SAC el cual se tomó a una profundidad de 1.00 – 1.45m donde la capacidad portante resultó de 3.65 kg/cm².

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAFE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 637054
FECHA : 1/20/2020 NORTE: 9335629
CALICATA : CD - 05 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 2.00 mts.

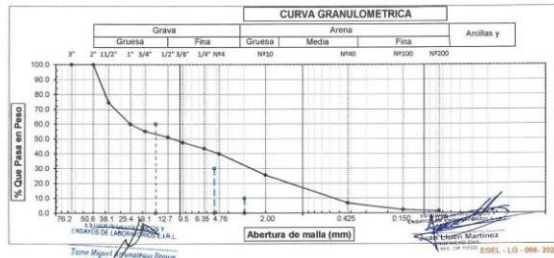
ABERTURA MALLA (Pulg)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 2000.0
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 291.0
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	310.00	15.5	15.5	84.5	LIMITES LIQUIDO : 14.29
1"	25.400	99.00	5.0	20.5	79.5	LIMITES PLASTICO : N° P
3/4"	19.050	147.00	7.4	27.9	72.2	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12.700	68.00	3.4	31.3	68.8	CLASIF. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	49.00	2.5	33.7	66.3	CLASIF. SUCS : SM
1/4"	6.350	40.00	2.0	35.7	64.3	
N#4	4.760	52.00	2.6	38.3	61.7	
N#8	2.380	108.00	5.4	43.7	56.3	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	106.00	5.3	49.0	51.0	
N#16	1.190	237.00	11.9	60.9	39.2	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	85.00	4.3	65.1	34.9	Arena limosa con grava
N#30	0.590	148.00	7.4	72.5	27.5	
N#40	0.425	130.00	6.5	79.0	21.0	
N#50	0.300	91.00	4.6	83.6	16.5	
N#80	0.180	28.00	1.4	85.0	15.1	
N#100	0.150	7.00	0.4	85.3	14.7	MODULO DE FINEZA
P#200	0.075	4.00	0.2	85.5	14.5	Coef. Uniformidad
- N° 200	FONDO	291.00	14.6	100.1	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAFE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 638491
FECHA : 1/20/2020 NORTE: 9336626
CALICATA : CD - 07 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.40 mts.

ABERTURA MALLA (Pulg)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 3000.0
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 31.0
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	513.00	25.7	25.7	74.3	LIMITES LIQUIDO : 16.02
1"	25.400	287.00	14.4	40.1	59.9	LIMITES PLASTICO : N° P
3/4"	19.050	96.00	4.8	44.9	55.1	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12.700	91.00	4.1	49.0	51.1	CLASIF. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	88.00	3.4	52.4	47.7	CLASIF. SUCS : GP
1/4"	6.350	84.00	4.2	56.6	43.5	
N#4	4.760	69.00	3.5	60.0	40.0	
N#8	2.380	165.00	8.3	68.3	31.8	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	125.00	6.3	74.5	25.5	
N#16	1.190	177.00	8.9	83.4	16.7	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	70.00	3.5	86.9	13.2	Grava probermente graduada con arena
N#30	0.590	59.00	3.0	89.8	10.2	
N#40	0.425	70.00	3.5	93.3	6.7	
N#50	0.300	53.00	2.7	96.0	4.1	
N#80	0.180	28.00	1.4	97.4	2.6	
N#100	0.150	8.00	0.4	97.8	2.2	MODULO DE FINEZA
P#200	0.075	16.00	0.8	98.6	1.4	Coef. Uniformidad
- N° 200	FONDO	31.00	1.6	100.1	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAFE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 637886
FECHA : 1/20/2020 NORTE: 9335837
CALICATA : CD - 06 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.50 mts.

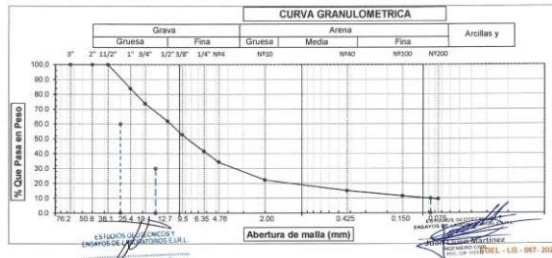
ABERTURA MALLA (Pulg)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 3329.0
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 356.0
2"	50.800	263.00	7.9	7.9	92.1	
1 1/2"	38.100	323.00	9.7	17.6	82.4	LIMITES LIQUIDO : 15.35
1"	25.400	425.00	12.8	30.4	69.6	LIMITES PLASTICO : N° P
3/4"	19.050	218.00	6.6	37.0	63.1	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12.700	158.00	4.8	41.7	58.3	CLASIF. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	178.00	5.4	47.1	53.0	CLASIF. SUCS : GP-GM
1/4"	6.350	323.00	9.7	56.8	43.3	
N#4	4.760	157.00	4.7	61.5	38.5	
N#8	2.380	105.00	3.2	64.8	35.4	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	104.00	3.1	67.7	32.3	
N#16	1.190	227.00	6.8	74.6	25.4	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	85.00	2.6	77.1	22.9	Grava probermente graduada con limo y arena
N#30	0.590	146.00	4.4	81.5	18.5	
N#40	0.425	130.00	3.9	85.4	14.6	
N#50	0.300	89.00	2.7	88.1	11.9	
N#80	0.180	27.00	0.8	88.9	11.1	
N#100	0.150	10.00	0.3	89.2	10.8	MODULO DE FINEZA
P#200	0.075	5.00	0.2	89.3	10.7	Coef. Uniformidad
- N° 200	FONDO	356.00	10.7	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAFE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 638491
FECHA : 1/20/2020 NORTE: 9336626
CALICATA : CD - 08 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 3.00 mts.

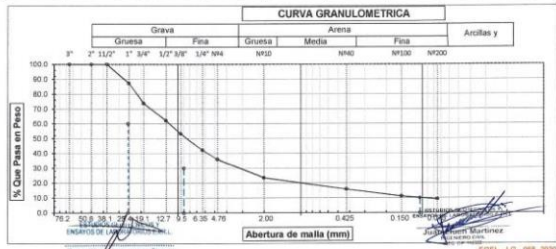
ABERTURA MALLA (Pulg)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 3000.0
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 282.0
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITES LIQUIDO : 13.13
1"	25.400	487.00	16.2	16.2	83.8	LIMITES PLASTICO : N° P
3/4"	19.050	303.00	10.1	26.3	73.7	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12.700	355.00	11.8	38.1	61.9	CLASIF. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	275.00	9.2	47.3	52.7	CLASIF. SUCS : GP-GM
1/4"	6.350	333.00	11.1	58.4	41.6	
N#4	4.760	219.00	7.3	65.7	34.3	
N#8	2.380	290.00	9.7	74.4	25.6	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	102.00	3.4	77.8	22.2	
N#16	1.190	89.00	3.0	80.7	19.3	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	40.00	1.3	82.1	17.9	Grava probermente graduada con limo y arena
N#30	0.590	39.00	1.3	83.4	16.6	
N#40	0.425	47.00	1.6	84.9	15.1	
N#50	0.300	55.00	1.8	86.8	13.2	
N#80	0.180	24.00	0.8	87.6	12.4	
N#100	0.150	30.00	1.0	88.6	11.4	MODULO DE FINEZA
P#200	0.075	60.00	2.0	90.6	9.4	Coef. Uniformidad
- N° 200	FONDO	282.00	9.4	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 639102
FECHA : 12/09/2020 NORTE: 9337188
CALICATA : CD - 09 MUESTRA N°: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.50 mts.

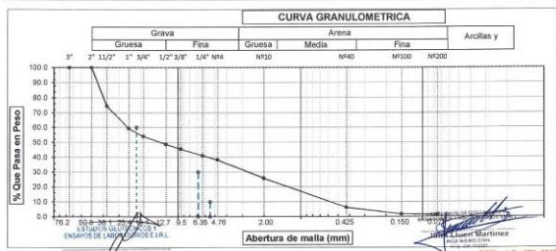
ABERTURA MALLA (Pul)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 3000.0
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 273.0
2"	50.800					
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.28
1"	25.400	384.00	12.8	12.8	87.2	LIMITE PLASTICO : N° P
3/4"	19.050	402.00	13.4	26.2	73.8	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12.700	352.00	11.7	37.9	62.1	
3/8"	9.525	268.00	8.9	46.9	53.1	CLASF. AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	327.00	10.9	57.8	42.2	CLASF. SUCS : GP-GM
N#4	4.760	190.00	6.3	64.1	35.9	
N#8	2.380	288.00	9.6	73.7	26.3	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	85.00	2.8	76.5	23.5	
N#16	1.190	101.00	3.4	79.9	20.1	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	30.00	1.0	80.9	19.1	Grava pobremente graduada con limo y arena
N#30	0.590	56.00	1.9	82.8	17.2	
N#40	0.425	40.00	1.3	84.1	15.9	
N#50	0.300	79.00	2.6	86.7	13.3	
N#60	0.180	29.00	1.0	87.7	12.3	
N#100	0.150	36.00	1.2	88.9	11.1	MODULO DE FINEZA
F200	0.075	60.00	2.0	90.9	9.1	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	273.00	9.1	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 639602
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337378
CALICATA : CD - 10 MUESTRA N°: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.

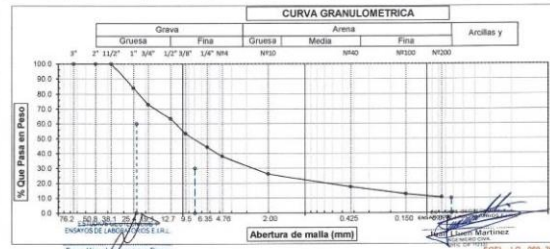
ABERTURA MALLA (Pul)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 2000.0
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 29.0
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	513.00	25.7	25.7	74.3	LIMITE LIQUIDO : 13.15
1"	25.400	302.00	15.1	40.8	59.2	LIMITE PLASTICO : N° P
3/4"	19.050	106.00	5.3	46.1	54.0	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12.700	106.00	5.3	51.4	48.7	
3/8"	9.525	84.00	4.2	55.6	44.5	CLASF. AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	86.00	4.3	59.9	41.2	CLASF. SUCS : GP
N#4	4.760	60.00	3.0	61.9	38.2	
N#8	2.380	120.00	6.0	67.9	32.2	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	129.00	6.5	74.3	25.7	
N#16	1.190	197.00	9.9	84.2	15.9	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	75.00	3.8	87.9	12.1	Grava pobremente graduada con arena
N#30	0.590	60.00	3.0	90.9	9.1	
N#40	0.425	59.00	3.0	93.9	6.2	
N#50	0.300	57.00	2.9	96.7	3.3	
N#60	0.180	24.00	1.2	97.9	2.1	
N#100	0.150	8.00	0.4	98.3	1.7	MODULO DE FINEZA
F200	0.075	8.00	0.3	98.6	1.4	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	29.00	1.5	100.1	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 639102
FECHA : 12/09/2020 NORTE: 9337188
CALICATA : CD - 09 MUESTRA N°: E - 02 PROFUNDIDAD : 0.50 - 3.00 mts.

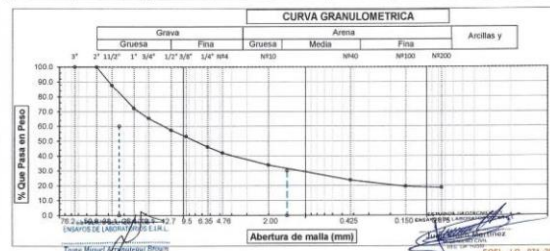
ABERTURA MALLA (Pul)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 3000.0
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 316.0
2"	50.800					
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.36
1"	25.400	479.00	16.0	16.0	84.0	LIMITE PLASTICO : N° P
3/4"	19.050	333.00	11.1	27.1	72.9	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12.700	284.00	9.5	36.6	63.4	
3/8"	9.525	302.00	10.1	46.6	53.4	CLASF. AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	270.00	9.0	55.6	44.4	CLASF. SUCS : GP-GM
N#4	4.760	190.00	6.3	62.0	38.0	
N#8	2.380	269.00	9.0	70.9	29.1	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	86.00	2.9	73.8	26.2	
N#16	1.190	126.00	4.2	78.0	22.0	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	47.00	1.6	79.6	20.4	Grava pobremente graduada con limo y arena
N#30	0.590	50.00	1.7	81.3	18.8	
N#40	0.425	39.00	1.3	82.6	17.5	
N#50	0.300	78.00	2.6	85.2	14.8	
N#60	0.180	26.00	0.9	86.0	14.0	
N#100	0.150	38.00	1.3	87.3	12.7	MODULO DE FINEZA
F200	0.075	67.00	2.2	89.5	10.5	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	316.00	10.5	100.1	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 640257
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337800
CALICATA : CD - 11 MUESTRA N°: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.50 mts.

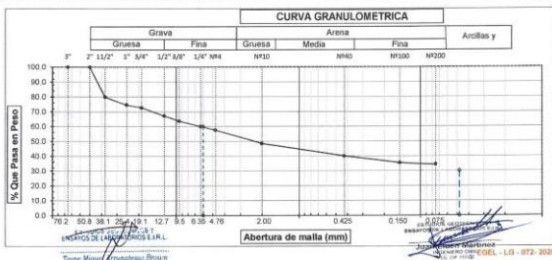
ABERTURA MALLA (Pul)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 3314.0
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO : 623.0
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	416.00	12.3	12.3	87.7	LIMITE LIQUIDO : 33.15
1"	25.400	520.00	15.4	27.7	72.3	LIMITE PLASTICO : 19.03
3/4"	19.050	235.00	7.0	34.7	65.3	INDICE PLASTICIDAD : 14.12
1/2"	12.700	268.00	7.9	42.6	57.4	
3/8"	9.525	145.00	4.3	46.9	53.1	CLASF. AASHTO : A-2-4 (0)
1/4"	6.350	235.00	7.0	53.9	46.1	CLASF. SUCS : GC
N#4	4.760	140.00	4.2	58.0	42.0	
N#8	2.380	198.00	5.9	63.9	36.1	HUMEDAD NATURAL :
N#10	2.000	74.00	2.2	66.1	33.9	
N#16	1.190	158.00	4.7	70.8	29.2	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#20	0.840	64.00	1.9	72.7	27.3	Grava arcillosa con arena
N#30	0.590	50.00	1.5	74.2	25.9	
N#40	0.425	74.00	2.2	76.3	23.7	
N#50	0.300	69.00	2.1	78.4	21.6	
N#60	0.180	44.00	1.3	79.7	20.3	
N#100	0.150	30.00	0.9	80.6	19.4	MODULO DE FINEZA
F200	0.075	31.00	0.9	81.5	18.5	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	623.00	18.5	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 640257
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337860
CALICATA : CD - 11 MUESTRA N°: E-02 PROFUNDIDAD: 0.50 - 1.20 mtrs.

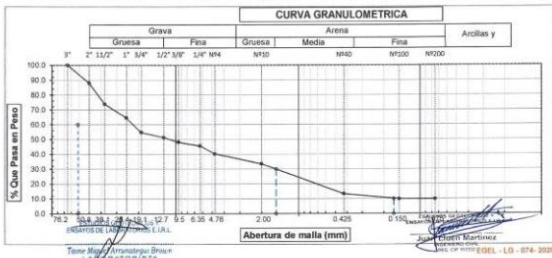
ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76 200				PESO TOTAL : 1500.0	
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 515.0	
2"	50 800	0.00	0.0	100.0	LIMITES LIQUIDO : 32.10	
1 1/2"	38 100	301.00	20.1	79.9	LIMITES LIQUIDO : 17.34	
1"	25 400	81.00	5.4	25.5	74.5	LIMITES LIQUIDO : 16.00
3/4"	19 050	27.00	1.8	27.3	72.7	LIMITES LIQUIDO : 8.96
1/2"	12 700	85.00	5.7	33.0	67.0	CLASF. AASHTO : A-2-4 (0)
3/8"	9 525	51.00	3.4	38.4	61.6	CLASF. SUCS : GM
1/4"	6 350	54.00	3.6	40.0	60.0	CLASF. SUCS : GM
N#4	4 760	37.00	2.5	42.4	57.6	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2 380	95.00	6.3	48.8	51.2	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#10	2 000	41.00	2.7	51.5	48.5	Grava arcillosa con arena
N#16	1 190	57.00	3.8	55.3	44.7	
N#20	0 840	21.00	1.4	56.7	43.3	
N#30	0 590	20.00	1.3	58.0	42.0	
N#40	0 425	28.00	1.9	59.9	40.1	
N#50	0 300	37.00	2.5	62.4	37.6	
N#60	0 180	19.00	1.3	63.6	36.4	
N#100	0 150	13.00	0.9	64.4	35.5	MODULO DE FINEZA
P#200	0 075	18.00	1.2	65.7	34.3	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	515.00	34.3	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 640245
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337862
CALICATA : CD - 12 MUESTRA N°: E-01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.10 mtrs.

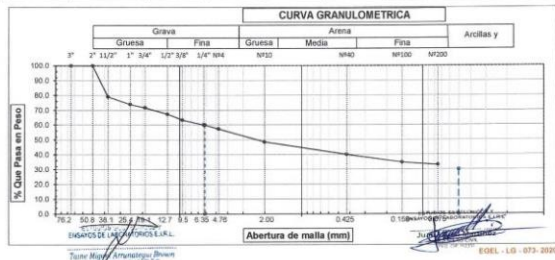
ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76 200				PESO TOTAL : 3024.0	
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 297.0	
2"	50 800	392.00	12.0	88.0	LIMITES LIQUIDO : 14.35	
1 1/2"	38 100	425.00	14.1	26.1	73.9	LIMITES LIQUIDO : N# PH
1"	25 400	285.00	9.4	35.5	64.5	LIMITES LIQUIDO : N# PH
3/4"	19 050	296.00	9.8	45.3	54.7	INDICE PLASTICIDAD : N# PH
1/2"	12 700	102.00	3.4	48.7	51.3	CLASF. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9 525	95.00	3.1	51.8	48.2	CLASF. SUCS : GP-CM
1/4"	6 350	78.00	2.6	54.4	45.6	HUMEDAD NATURAL :
N#4	4 760	163.00	5.4	59.8	40.2	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#8	2 380	108.00	3.6	63.3	36.7	Grava pobremente graduada con limo y arena
N#10	2 000	94.00	3.1	66.5	33.6	
N#16	1 190	224.00	7.4	73.9	26.1	
N#20	0 840	114.00	3.8	77.6	22.4	
N#30	0 590	146.00	4.8	82.5	17.5	
N#40	0 425	129.00	4.3	86.7	13.3	
N#50	0 300	92.00	3.0	89.8	10.2	
N#60	0 180	2.00	0.1	89.9	10.2	
N#100	0 150	6.00	0.2	90.0	10.0	MODULO DE FINEZA
P#200	0 075	8.00	0.2	90.2	9.8	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	297.00	9.8	100.1	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 640257
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337860
CALICATA : CD - 11 MUESTRA N°: E-03 PROFUNDIDAD: 1.20 - 3.00 mtrs.

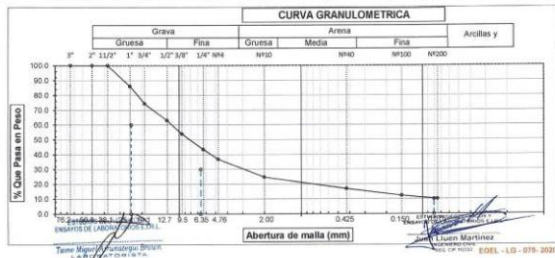
ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76 200				PESO TOTAL : 1500.0	
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 497.0	
2"	50 800	0.00	0.0	100.0	LIMITES LIQUIDO : 17.34	
1 1/2"	38 100	315.00	21.0	79.0	LIMITES LIQUIDO : 16.00	
1"	25 400	75.00	5.0	26.0	74.0	LIMITES LIQUIDO : 8.96
3/4"	19 050	34.00	2.3	29.3	71.7	CLASF. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12 700	67.00	4.5	32.7	67.3	CLASF. SUCS : GM
3/8"	9 525	60.00	4.0	36.7	63.3	CLASF. SUCS : GM
1/4"	6 350	48.00	3.2	39.9	60.1	HUMEDAD NATURAL :
N#4	4 760	41.00	2.7	42.7	57.3	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#8	2 380	86.00	5.7	48.4	51.6	Grava imosa con arena
N#10	2 000	48.00	3.1	51.5	48.5	
N#16	1 190	60.00	4.0	55.5	44.5	
N#20	0 840	18.00	1.2	56.7	43.3	
N#30	0 590	27.00	1.8	58.5	41.5	
N#40	0 425	22.00	1.5	59.9	40.1	
N#50	0 300	41.00	2.7	62.7	37.3	
N#60	0 180	21.00	1.4	64.1	35.9	
N#100	0 150	15.00	1.0	65.1	34.9	MODULO DE FINEZA
P#200	0 075	27.00	1.8	66.9	33.1	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	497.00	33.1	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 640215
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337869
CALICATA : CD - 13 MUESTRA N°: E-01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.60 mtrs.

ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76 200				PESO TOTAL : 3000.0	
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 299.0	
2"	50 800				LIMITES LIQUIDO : 14.40	
1 1/2"	38 100	0.00	0.0	100.0	LIMITES LIQUIDO : N# PH	
1"	25 400	421.00	14.0	14.0	86.0	LIMITES LIQUIDO : N# PH
3/4"	19 050	350.00	11.7	25.7	74.3	INDICE PLASTICIDAD : N# PH
1/2"	12 700	340.00	11.3	37.0	63.0	CLASF. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9 525	269.00	9.0	46.0	54.0	CLASF. SUCS : GP-CM
1/4"	6 350	318.00	10.6	56.5	43.5	HUMEDAD NATURAL :
N#4	4 760	199.00	6.6	63.1	36.9	DESCRIPCION DEL SUELO :
N#8	2 380	258.00	8.6	71.7	28.3	Grava pobremente graduada con limo y arena
N#10	2 000	108.00	3.6	75.3	24.7	
N#16	1 190	105.00	3.5	78.8	21.2	
N#20	0 840	31.00	1.0	79.9	20.1	
N#30	0 590	48.00	1.6	81.5	18.5	
N#40	0 425	52.00	1.7	83.2	16.8	
N#50	0 300	60.00	2.0	85.2	14.8	
N#60	0 180	38.00	1.3	86.5	13.5	
N#100	0 150	37.00	1.2	87.7	12.3	MODULO DE FINEZA
P#200	0 075	88.00	2.9	90.0	10.0	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	299.00	10.0	100.0	0	Coef. Curvatura





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 642015
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337969
CALICATA : CD - 14 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.80 mtrs.

ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76 200				PESO TOTAL : 760.0
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 117.1
2"	50 800				
1 1/2"	38 100				LIMITE LIQUIDO : 14.51
1"	25 400				LIMITE PLASTICO : N° P
3/4"	19 050				INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12 700				
3/8"	9 525	0.00	0.0	100.0	CLASF. AASHTO : A-2-4 (0)
1/4"	4 760	3.30	0.5	99.5	CLASF. SUCS : SM
N#4	2 380	4.90	0.7	1.2	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2 380	4.90	0.7	1.2	
N#10	2 000	4.70	0.7	1.8	
N#16	1 190	21.80	3.1	5.0	DESCRIPCION DEL SUELO : Arena limosa
N#20	0 840	17.50	2.5	7.5	
N#30	0 590	49.90	7.1	14.8	
N#40	0 425	97.80	14.0	28.5	
N#50	0 300	201.50	28.8	57.3	
N#60	0 180	75.70	10.8	68.2	
N#80	0 150	55.40	7.9	78.1	MODULO DE FINEZA
N#100	0 075	50.40	7.2	83.3	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	117.10	16.7	100.0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 642316
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338254
CALICATA : CD - 15 MUESTRA N°: E - 02 PROFUNDIDAD : 0.50 - 2.10 mtrs.

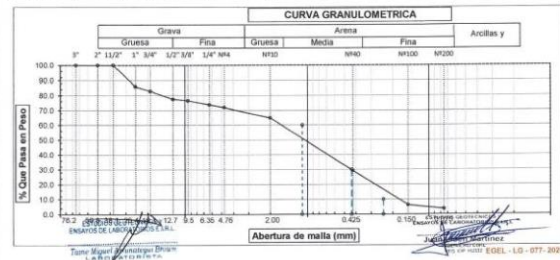
ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76 200				PESO TOTAL : 3000.0
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 264.0
2"	50 800				
1 1/2"	38 100	0.00	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.81
1"	25 400	503.00	16.8	83.2	LIMITE PLASTICO : N° P
3/4"	19 050	294.00	9.8	26.6	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12 700	402.00	13.4	40.0	
3/8"	9 525	279.00	9.3	49.3	CLASF. AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	4 760	296.00	9.5	58.8	CLASF. SUCS : GP-GM
N#4	4 760	193.00	6.4	65.2	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2 380	289.00	9.6	74.9	
N#10	2 000	131.00	4.4	79.2	DESCRIPCION DEL SUELO : Grava sobrenmente graduada con limo y arena
N#16	1 190	85.00	2.8	82.1	
N#20	0 840	51.00	1.7	83.8	
N#30	0 590	45.00	1.5	85.3	
N#40	0 425	41.00	1.4	86.6	
N#50	0 300	38.00	1.3	87.9	
N#60	0 180	27.00	0.9	88.8	
N#80	0 150	42.00	1.4	90.2	MODULO DE FINEZA
N#100	0 075	31.00	1.0	91.2	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	264.00	8.8	100.0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 642318
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338254
CALICATA : CD - 15 MUESTRA N°: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.50 mtrs.

ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76 200				PESO TOTAL : 1500.0
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 55.0
2"	50 800				
1 1/2"	38 100	0.00	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 14.73
1"	25 400	211.00	14.1	85.9	LIMITE PLASTICO : N° P
3/4"	19 050	48.00	3.0	11.1	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12 700	80.00	5.3	22.4	
3/8"	9 525	15.00	1.0	23.4	CLASF. AASHTO : A-1-b (0)
1/4"	4 760	42.00	2.8	28.2	CLASF. SUCS : SP
N#4	4 760	29.00	1.9	28.2	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2 380	69.00	4.6	32.8	
N#10	2 000	36.00	2.4	35.2	
N#16	1 190	106.00	7.1	42.2	DESCRIPCION DEL SUELO : Arena sobrenmente graduada con grava
N#20	0 840	64.00	4.3	46.5	
N#30	0 590	150.00	10.0	56.5	
N#40	0 425	214.00	14.3	70.8	
N#50	0 300	261.00	17.4	82.2	
N#60	0 180	48.00	3.2	81.4	
N#80	0 150	36.00	2.4	93.8	MODULO DE FINEZA
N#100	0 075	39.00	2.6	96.4	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	55.00	3.7	100.0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA ESTE: 642316
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337885
CALICATA : CD - 16 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 mtrs.

ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76 200				PESO TOTAL : 3000.0
2 1/2"	63 500				PESO LAVADO : 264.0
2"	50 800				
1 1/2"	38 100	0.00	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.04
1"	25 400	413.00	13.8	86.2	LIMITE PLASTICO : N° P
3/4"	19 050	335.00	11.2	25.0	INDICE PLASTICIDAD : N° P
1/2"	12 700	398.00	13.3	38.2	
3/8"	9 525	240.00	8.0	48.2	CLASF. AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	4 760	319.00	10.6	56.9	CLASF. SUCS : GP-GM
N#4	4 760	193.00	6.4	63.3	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2 380	261.00	8.7	72.0	
N#10	2 000	81.00	2.7	74.7	DESCRIPCION DEL SUELO : Grava sobrenmente graduada con limo y arena
N#16	1 190	128.00	4.3	79.0	
N#20	0 840	25.00	0.8	79.8	
N#30	0 590	39.00	1.3	81.1	
N#40	0 425	61.00	2.0	83.1	
N#50	0 300	59.00	2.0	85.1	
N#60	0 180	78.00	2.6	87.7	
N#80	0 150	34.00	1.1	88.8	MODULO DE FINEZA
N#100	0 075	41.00	1.4	90.2	Coef. Uniformidad
N#200	FONDO	295.00	9.8	100.0	Coef. Curvatura





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA
FECHA : 13/09/2020
CALICATA : CD - 17

ESTE: 642961
NORTE: 933852
PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.40 mtrs.

ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				PESO TOTAL : 800.0
2 1/2"	63.500				PESO LAVADO : 24.2
2"	50.800	0.00	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.23
1 1/2"	38.100	74.16	9.3	90.7	LIMITE PLASTICO : N° P
1"	25.400	26.90	3.4	87.3	INDICE PLASTICIDAD : N° P
3/4"	19.050	15.31	1.9	14.6	CLASF. AASHTO : A-3 (B)
1/2"	12.700	9.525	1.1	16.0	CLASF. SUCS : A-1-a (B)
3/8"	9.525	11.15	1.4	82.5	
1/4"	6.350	12.85	1.6	81.9	
N#4	4.760	4.50	0.6	18.1	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2.380	15.32	1.9	20.0	
N#10	2.000	10.19	1.3	21.3	
N#16	1.190	26.35	3.3	24.6	DESCRIPCION DEL SUELO : Arena pobremente graduada con grava
N#20	0.840	17.99	2.3	26.8	
N#30	0.590	21.05	2.6	29.5	
N#40	0.425	70.46	8.8	38.3	
N#50	0.300	217.18	27.2	65.4	
N#60	0.180	152.16	19.0	84.4	
N#100	0.150	87.46	8.4	92.9	MODULO DE FINEZA
N#200	0.075	33.01	4.1	97.0	Coef. Uniformidad
N#200 FONDO	24.16	3.0	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA
FECHA : 13/09/2020
CALICATA : CD - 19

ESTE: 643454
NORTE: 933870
PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.80 mtrs.

ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				PESO TOTAL : 300.0
1/2"	63.500				PESO LAVADO : 312.0
2"	50.800	0.00	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.53
1 1/2"	38.100	416.00	13.9	86.1	LIMITE PLASTICO : N° P
1"	25.400	350.00	11.7	25.6	INDICE PLASTICIDAD : N° P
3/4"	19.050	317.00	10.6	36.1	CLASF. AASHTO : A-1-a (B)
1/2"	12.700	280.00	9.3	45.5	CLASF. SUCS : A-6 (B)
3/8"	9.525	280.00	9.3	45.5	
1/4"	6.350	310.00	10.3	55.8	
N#4	4.760	195.00	6.5	82.3	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2.380	261.00	8.7	71.0	
N#10	2.000	81.00	2.7	73.7	
N#16	1.190	127.00	4.2	77.9	DESCRIPCION DEL SUELO : Grava pobremente graduada con limo y arena
N#20	0.840	41.00	1.4	76.3	
N#30	0.590	56.00	1.9	81.2	
N#40	0.425	61.00	2.0	83.2	
N#50	0.300	70.00	2.3	85.5	
N#60	0.180	33.00	1.1	86.5	
N#100	0.150	30.00	1.0	87.6	MODULO DE FINEZA
N#200	0.075	60.00	2.0	89.6	Coef. Uniformidad
N#200 FONDO	312.00	10.4	100.0	0	Coef. Curvatura

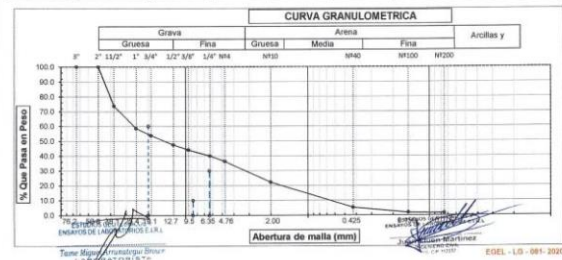


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA
FECHA : 13/09/2020
CALICATA : CD - 18

ESTE: 643160
NORTE: 933848
PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.60 mtrs.

ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				PESO TOTAL : 2000.0
2 1/2"	63.500				PESO LAVADO : 32.0
2"	50.800	0.00	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.18
1 1/2"	38.100	506.00	26.3	26.3	LIMITE PLASTICO : N° P
1"	25.400	303.00	15.2	41.5	INDICE PLASTICIDAD : N° P
3/4"	19.050	95.00	4.8	46.3	CLASF. AASHTO : A-1-a (B)
1/2"	12.700	124.00	6.2	52.5	CLASF. SUCS : A-6 (GP)
3/8"	9.525	99.00	3.5	55.9	
1/4"	6.350	80.00	4.0	59.9	
N#4	4.760	74.00	3.7	63.6	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2.380	186.00	9.5	73.1	
N#10	2.000	95.00	4.8	77.6	
N#16	1.190	154.00	7.7	85.5	DESCRIPCION DEL SUELO : Grava pobremente graduada con arena
N#20	0.840	59.00	3.0	86.5	
N#30	0.590	68.00	3.4	91.9	
N#40	0.425	56.00	3.0	94.8	
N#50	0.300	40.00	2.0	96.8	
N#60	0.180	21.00	1.1	97.9	
N#100	0.150	7.00	0.4	98.2	MODULO DE FINEZA
N#200	0.075	5.00	0.3	98.5	Coef. Uniformidad
N#200 FONDO	32.00	1.6	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA
FECHA : 13/09/2020
CALICATA : CD - 19

ESTE: 643454
NORTE: 933870
PROFUNDIDAD: 0.80 - 1.30 mtrs.

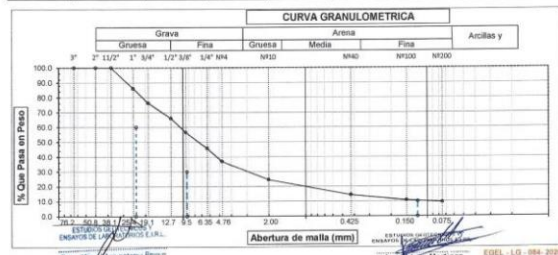
ABERTURA MALLA (Pul) (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				PESO TOTAL : 301.1
1/2"	63.500				PESO LAVADO : 212.0
2"	50.800	0.00	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 35.33
1 1/2"	38.100	113.00	37.5	62.5	LIMITE PLASTICO : 21.80
1"	25.400	113.00	37.5	62.5	INDICE PLASTICIDAD : 13.53
3/4"	19.050	113.00	37.5	62.5	CLASF. AASHTO : A-6 (B)
1/2"	12.700	113.00	37.5	62.5	CLASF. SUCS : A-6 (B)
3/8"	9.525	0.00	0.0	100.0	
1/4"	6.350	8.69	2.9	97.1	
N#4	4.760	15.23	5.1	80.0	HUMEDAD NATURAL :
N#8	2.380	4.25	1.4	94.4	
N#10	2.000	7.58	2.5	11.9	
N#16	1.190	2.35	0.8	12.7	DESCRIPCION DEL SUELO : Arcilla de baja plasticidad con arena
N#20	0.840	9.59	3.2	15.9	
N#30	0.590	11.35	3.8	19.7	
N#40	0.425	8.56	2.8	22.5	
N#50	0.300	2.32	0.8	23.3	
N#60	0.180	6.69	2.2	25.5	
N#100	0.150	7.48	2.5	28.0	MODULO DE FINEZA
N#200	0.075	4.56	1.5	29.5	Coef. Uniformidad
N#200 FONDO	212.35	70.5	100.0	0	Coef. Curvatura



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.129 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA **ESTE:** 643454
FECHA : 13/09/2020 **NORTE:** 9338149
CALICATA : CD - 19 **MUESTRA N°:** E - 03 **PROFUNDIDAD :** 1.30 - 3.00 mts.

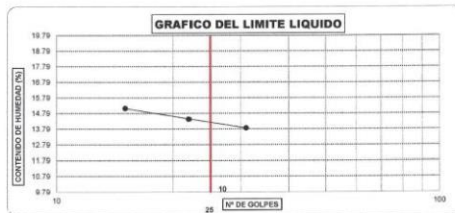
ABERTURA MALLA (Pul)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 3000.0
1/2"	63.500					PESO LAVADO : 279.0
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.02
1 1/2"	38.100	417.00	13.9	13.9	86.1	LIMITE PLASTICO : N° P
1"	25.400	290.00	9.7	23.6	76.4	INDICE PLASTICIDAD : N° P
3/4"	19.050	315.00	10.5	34.1	65.9	
1/2"	12.700	280.00	9.3	43.4	56.6	CLASIF AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	325.00	10.8	54.2	45.8	CLASIF SUCS : GP-GM
1/4"	6.350	265.00	8.8	63.1	36.9	
Nº4	4.760	290.00	9.7	72.7	27.3	HUMEDAD NATURAL :
Nº8	2.380	124.00	4.1	76.8	20.4	DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº16	1.190	78.00	2.6	82.2	17.8	Grava pobremente graduada con limo y
Nº20	0.840	39.00	1.3	83.5	16.5	arena
Nº40	0.425	67.00	2.2	85.7	14.3	
Nº60	0.300	40.00	1.3	87.1	13.0	
Nº80	0.180	29.00	1.0	88.0	12.0	
Nº100	0.150	36.00	1.3	89.3	10.7	MODULO DE FINEZA
Nº200	0.075	41.00	1.4	90.7	9.3	Coef Uniformidad
F200	FONDO	279.00	9.3	100.0	0	Coef Curvatura



LIMITES DE ATTERBERG
 (N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA **ESTE:** 633373
FECHA : 13/09/2020 **NORTE:** 9338183
CALICATA : CD - 01 **MUESTRA N°:** M - 01 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 3.00 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº de tarro	51	60
Nº de golpes	15	22
T. + suelo húmedo	61.84	63.59
T. + suelo seco	55.50	57.4
Agua	6.14	6.19
Peso del tarro	14.88	14.50
Peso del suelo seco	40.62	42.9
Porcentaje de humedad	15.12	14.43



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	MUESTRA:
Límite Líquido : 14.22	CD - 01 / M - 01
Límite Plástico : N° P	Clasificación SUCS : GP-GM
Índice de Plasticidad : N° P	Clasificación AASHTO : A-1-a (0)

Observaciones:

ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Briones L.A.R. A.P. FERRELAFALE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (N.T.P. 339.129 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ZONA : DEFENSA **ESTE:** 643733
FECHA : 13/09/2020 **NORTE:** 9338149
CALICATA : CD - 20 **MUESTRA N°:** M - 01 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 2.50 mts.

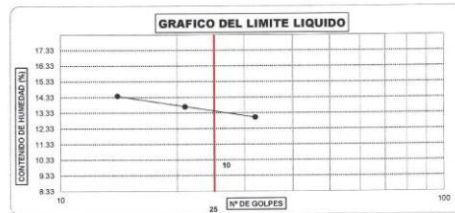
ABERTURA MALLA (Pul)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL : 991.3
1/2"	63.500					PESO LAVADO : 12.3
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 13.25
1 1/2"	38.100	63.00	6.4	6.4	93.6	LIMITE PLASTICO : N° P
1"	25.400	28.00	2.8	9.2	90.8	INDICE PLASTICIDAD : N° P
3/4"	19.050	85.00	8.6	17.8	82.2	
1/2"	12.700	76.00	7.7	25.4	74.6	CLASIF AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	69.00	7.0	32.4	67.6	CLASIF SUCS : SP
1/4"	6.350	66.00	6.7	41.1	58.9	
Nº4	4.760	60.00	6.1	47.1	52.9	
Nº8	2.380	96.00	9.7	56.8	43.2	HUMEDAD NATURAL :
Nº16	1.190	85.00	8.6	65.4	34.6	DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº20	0.840	45.00	4.5	72.2	27.8	Arena pobremente graduada con grava
Nº40	0.425	22.00	2.2	74.5	25.5	
Nº60	0.300	62.00	6.3	80.7	19.3	
Nº80	0.250	87.00	8.8	89.5	10.5	
Nº100	0.180	54.00	5.5	94.9	5.1	
Nº200	0.150	23.00	2.3	97.3	2.7	MODULO DE FINEZA
F200	FONDO	12.30	1.2	100.0	0	Coef Uniformidad



LIMITES DE ATTERBERG
 (N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA **ESTE:** 633899
FECHA : 13/09/2020 **NORTE:** 9338189
CALICATA : CD - 02 **MUESTRA N°:** M - 01 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 2.50 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº de tarro	74	79
Nº de golpes	14	21
T. + suelo húmedo	76.15	77.27
T. + suelo seco	68.46	73.51
Agua	7.89	7.57
Peso del tarro	15.08	13.97
Peso del suelo seco	53.39	58.02
Porcentaje de humedad	14.41	13.73



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	MUESTRA:
Límite Líquido : 13.45	CD - 02 / M - 01
Límite Plástico : N° P	Clasificación SUCS : SP
Índice de Plasticidad : N° P	Clasificación AASHTO : A-1-a (0)

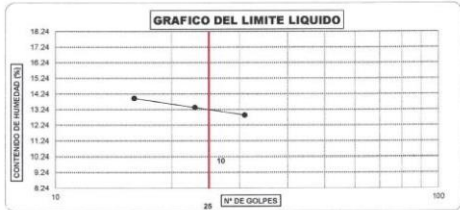
Observaciones:

ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Briones L.A.R. A.P. FERRELAFALE

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 036338
 FECHA : 12/09/2020 NORTE: 0335588
 CALICATA : CD - 03 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 3.00 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	80	87	87	---	---	---
N° de golpes	16	23	31	---	---	---
T. j + suelo húmedo	57.19	59.90	62.08	---	---	---
Tarro + suelo seco	51.85	54.48	56.55	---	---	---
Agua	5.34	5.42	5.53	---	---	---
Peso del tarro	13.59	13.94	13.65	---	---	---
Peso del suelo seco	38.26	40.54	42.6	---	---	---
Porcentaje de humedad	13.96	13.37	12.89	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	N° P ¹ 13.24
Límite Plástico	N° P ¹ 11.34
Índice de Plasticidad	N° P ¹ 1.90

MUESTRA: CD - 03 / M - 01	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

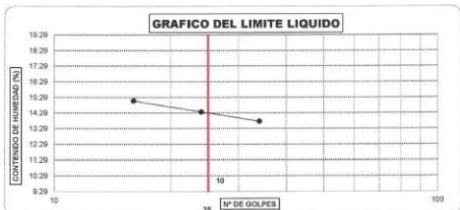
EGEL - LG - 062 - 2020

EGEL Estudios Geotécnicos y Ensayos de Laboratorios E.I.R.L.
 Dirección Av. Augusto B. Leguía Nro 1001 - Ferreñafe y/o Ca. Los Escalpos Mz. H - Lte. 6 - La Molina - Sector II - Zona A - Piura - Teléfono 074-583735 - Cel. 978175500 - Rpm * 789102

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 037054
 FECHA : 12/09/2020 NORTE: 0335029
 CALICATA : CD - 05 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 2.00 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	16	25	40	---	---	---
N° de golpes	16	24	34	---	---	---
T. j + suelo húmedo	56.16	56.26	58.38	---	---	---
Tarro + suelo seco	50.52	52.56	53.59	---	---	---
Agua	5.64	5.7	5.79	---	---	---
Peso del tarro	13.05	12.84	11.51	---	---	---
Peso del suelo seco	37.44	39.72	42.08	---	---	---
Porcentaje de humedad	15.06	14.55	13.76	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	N° P ¹ 14.29
Límite Plástico	N° P ¹ 11.34
Índice de Plasticidad	N° P ¹ 2.95

MUESTRA: CD - 05 / M - 01	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

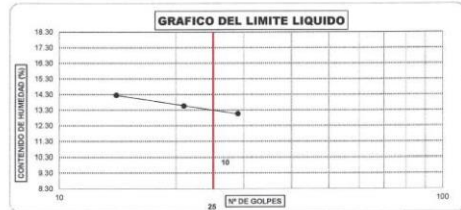
EGEL - LG - 064 - 2020

EGEL Estudios Geotécnicos y Ensayos de Laboratorios E.I.R.L.
 Dirección Av. Augusto B. Leguía Nro 1001 - Ferreñafe y/o Ca. Los Escalpos Mz. H - Lte. 6 - La Molina - Sector II - Zona A - Piura - Teléfono 074-583735 - Cel. 978175500 - Rpm * 789102

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 036479
 FECHA : 12/09/2020 NORTE: 0335581
 CALICATA : CD - 04 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 3.00 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	47	50	52	---	---	---
N° de golpes	14	21	29	---	---	---
T. j + suelo húmedo	74.11	74.00	76.09	---	---	---
Tarro + suelo seco	66.86	66.79	71.84	---	---	---
Agua	7.25	7.21	7.25	---	---	---
Peso del tarro	16.00	13.85	16.34	---	---	---
Peso del suelo seco	50.86	53.14	55.5	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.25	13.57	13.06	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	N° P ¹ 13.30
Límite Plástico	N° P ¹ 11.34
Índice de Plasticidad	N° P ¹ 1.96

MUESTRA: CD - 04 / M - 01	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

EGEL - LG - 063 - 2020

EGEL Estudios Geotécnicos y Ensayos de Laboratorios E.I.R.L.
 Dirección Av. Augusto B. Leguía Nro 1001 - Ferreñafe y/o Ca. Los Escalpos Mz. H - Lte. 6 - La Molina - Sector II - Zona A - Piura - Teléfono 074-583735 - Cel. 978175500 - Rpm * 789102

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 037886
 FECHA : 12/09/2020 NORTE: 0355837
 CALICATA : CD - 06 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.50 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	70	51	38	---	---	---
N° de golpes	14	21	32	---	---	---
T. j + suelo húmedo	65.16	70.23	71.07	---	---	---
Tarro + suelo seco	57.56	62.74	63.59	---	---	---
Agua	7.5	7.48	7.48	---	---	---
Peso del tarro	12.08	14.88	13.37	---	---	---
Peso del suelo seco	45.58	47.86	50.22	---	---	---
Porcentaje de humedad	16.45	15.65	14.89	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	N° P ¹ 15.35
Límite Plástico	N° P ¹ 11.34
Índice de Plasticidad	N° P ¹ 4.01

MUESTRA: CD - 06 / M - 01	
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijang Aromatiguero Dross
 LAMBAYEQUE

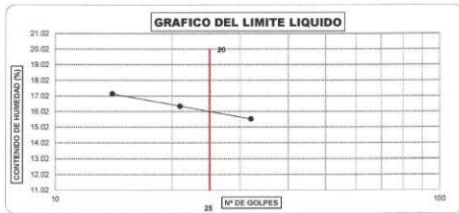
EGEL - LG - 065 - 2020

EGEL Estudios Geotécnicos y Ensayos de Laboratorios E.I.R.L.
 Dirección Av. Augusto B. Leguía Nro 1001 - Ferreñafe y/o Ca. Los Escalpos Mz. H - Lte. 6 - La Molina - Sector II - Zona A - Piura - Teléfono 074-583735 - Cel. 978175500 - Rpm * 789102

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 636001
FECHA : 12/09/2020 NORTE: 9336178
CALICATA : CD - 07 MUESTRA Nº: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.40 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	26	9	31	---	---	---
Nº de golpes	14	21	32	---	---	---
T + suelo húmedo	71.16	71.38	75.14	---	---	---
Tarro + suelo seco	62.65	62.9	66.71	---	---	---
Agua	8.51	8.48	8.43	---	---	---
Peso del tarro	13.07	11.04	12.49	---	---	---
Peso del suelo seco	49.58	51.86	54.22	---	---	---
Porcentaje de humedad	17.16	18.35	15.58	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	18.02
Límite Plástico	Nº PP
Índice de Plasticidad	Nº PI

MUESTRA: CD - 07 / M - 01	
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a (6)

Observaciones:

ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tamey Miguel Román Briones
 LABORATORISTA

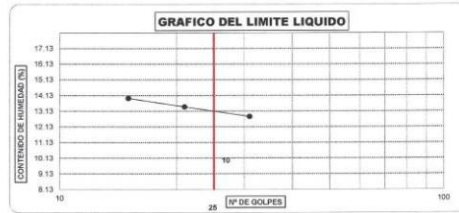
ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Javier Martínez
 TECNICO EN PROYECTOS

EGEL - LG - 069 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 636011
FECHA : 12/09/2020 NORTE: 9336626
CALICATA : CD - 08 MUESTRA Nº: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	2	16	34	---	---	---
Nº de golpes	15	21	31	---	---	---
T + suelo húmedo	56.35	59.72	60.89	---	---	---
Tarro + suelo seco	53.93	54.21	55.35	---	---	---
Agua	2.42	5.51	5.56	---	---	---
Peso del tarro	15.08	13.08	11.84	---	---	---
Peso del suelo seco	38.85	41.13	43.49	---	---	---
Porcentaje de humedad	13.95	13.40	12.78	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.13
Límite Plástico	Nº PP
Índice de Plasticidad	Nº PI

MUESTRA: CD - 08 / M - 01	
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (9)

Observaciones:

ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tamey Miguel Román Briones
 LABORATORISTA

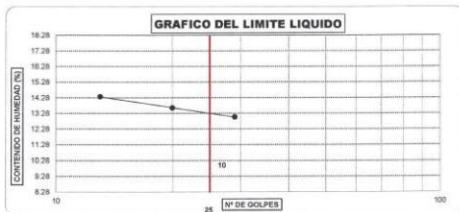
ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Javier Martínez
 TECNICO EN PROYECTOS

EGEL - LG - 067 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 636102
FECHA : 12/09/2020 NORTE: 9337188
CALICATA : CD - 09 MUESTRA Nº: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.50 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	19	1	27	---	---	---
Nº de golpes	13	20	29	---	---	---
T + suelo húmedo	70.49	74.31	75.47	---	---	---
Tarro + suelo seco	63.16	67.04	68.2	---	---	---
Agua	7.33	7.27	7.27	---	---	---
Peso del tarro	12.08	13.68	12.48	---	---	---
Peso del suelo seco	51.08	53.36	55.72	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.35	13.62	13.05	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.28
Límite Plástico	Nº PP
Índice de Plasticidad	Nº PI

MUESTRA: CD - 09 / E - 01	
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (6)

Observaciones:

ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tamey Miguel Román Briones
 LABORATORISTA

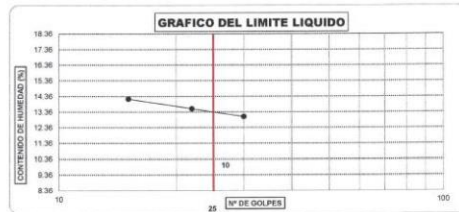
ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Javier Martínez
 TECNICO EN PROYECTOS

EGEL - LG - 069 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 636102
FECHA : 12/09/2020 NORTE: 9337188
CALICATA : CD - 09 MUESTRA Nº: E - 02 PROFUNDIDAD : 0.50 - 3.00 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	34	65	18	---	---	---
Nº de golpes	15	22	30	---	---	---
T + suelo húmedo	68.16	73.64	74.66	---	---	---
Tarro + suelo seco	61.16	66.54	67.61	---	---	---
Agua	7	7	7.05	---	---	---
Peso del tarro	11.84	15.04	13.65	---	---	---
Peso del suelo seco	49.32	51.6	53.96	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.19	13.57	13.07	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.30
Límite Plástico	Nº PP
Índice de Plasticidad	Nº PI

MUESTRA: CD - 09 / E - 02	
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (9)

Observaciones:

ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tamey Miguel Román Briones
 LABORATORISTA

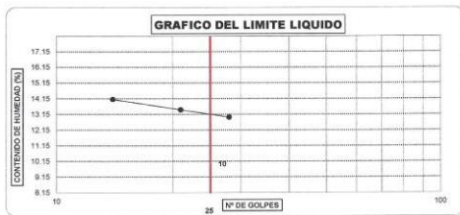
ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Javier Martínez
 TECNICO EN PROYECTOS

EGEL - LG - 069 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 639602
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 933735
CALICATA : CD - 10 MUESTRA Nº: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	35	12	11	---	---	---
Nº de golpes	14	21	28	---	---	---
T. + suelo húmedo	51.68	56.54	56.84	---	---	---
Tarro + suelo seco	48.82	51.5	51.77	---	---	---
Agua	4.86	4.94	5.07	---	---	---
Peso del tarro	12.34	14.84	12.85	---	---	---
Peso del suelo seco	34.48	36.76	39.12	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.10	13.44	12.98	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.15
Límite Plástico	Nº P
Índice de Plasticidad	Nº P

MUESTRA: CD - 10 / E - 01	
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a (8)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

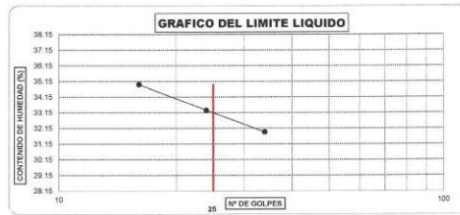
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

EGEL - LG - 073 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 640257
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337800
CALICATA : CD - 11 MUESTRA Nº: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.50 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	62	19	44	32	---	---
Nº de golpes	16	24	34	---	---	---
T. + suelo húmedo	81.15	82.64	86.15	24.16	---	---
Tarro + suelo seco	48.68	50.01	56.29	22.08	---	---
Agua	12.46	12.63	12.86	2.08	---	---
Peso del tarro	13.04	12.08	16	11.15	---	---
Peso del suelo seco	35.65	37.93	40.29	10.93	---	---
Porcentaje de humedad	34.95	33.30	31.92	19.03	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.15
Límite Plástico	19.03
Índice de Plasticidad	14.12

MUESTRA: CD - 11 / E - 01	
Clasificación SUCS	GC
Clasificación AASHTO	A-2-4 (9)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

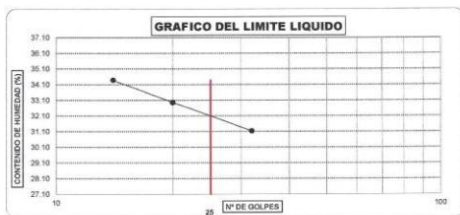
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

EGEL - LG - 073 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 640257
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337800
CALICATA : CD - 11 MUESTRA Nº: E - 02 PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.20 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	1	65	22	17	---	---
Nº de golpes	14	20	32	---	---	---
T. + suelo húmedo	11.05	14.83	17.12	24.16	---	---
Tarro + suelo seco	58.37	60.01	62.38	21.85	---	---
Agua	14.68	14.82	14.74	2.31	---	---
Peso del tarro	13.68	15.04	15.05	11.87	---	---
Peso del suelo seco	42.69	44.97	47.33	9.98	---	---
Porcentaje de humedad	34.39	32.96	31.14	23.15	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	32.10
Límite Plástico	23.15
Índice de Plasticidad	8.95

MUESTRA: CD - 11 / E - 02	
Clasificación SUCS	GC
Clasificación AASHTO	A-2-4 (8)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

EGEL - LG - 073 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 640257
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337800
CALICATA : CD - 11 MUESTRA Nº: E - 03 PROFUNDIDAD : 1.20 - 3.00 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	35	20	18	9	---	---
Nº de golpes	12	21	30	---	---	---
T. + suelo húmedo	65.18	68.63	71.04	24.16	---	---
Tarro + suelo seco	59.77	60.38	62.72	22.35	---	---
Agua	8.41	8.27	8.32	1.81	---	---
Peso del tarro	12.34	13.65	13.85	11.04	---	---
Peso del suelo seco	44.43	48.71	48.07	11.31	---	---
Porcentaje de humedad	18.93	17.70	18.96	16.00	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	17.34
Límite Plástico	16.00
Índice de Plasticidad	1.34

MUESTRA: CD - 11 / E - 03	
Clasificación SUCS	GM
Clasificación AASHTO	A-2-4 (9)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

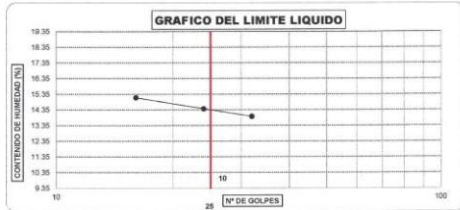
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mijangos Arriaga Director

EGEL - LG - 073 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 640845
 FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337762
 CALICATA : CD - 12 MUESTRA Nº: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.10 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº de tarro	1	62
Nº de golpes	16	24
T. + suelo húmedo	74.55	76.14
Tarro + suelo seco	68.55	68.19
Agua	8	7.95
Peso del tarro	13.68	13.04
Peso del suelo seco	52.87	55.15
Porcentaje de humedad	15.13	14.42



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	14.35
Límite Plástico	Nº Pº
Índice de Plasticidad	Nº Pº

MUESTRA: CD - 12 / E - 01	
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (II)

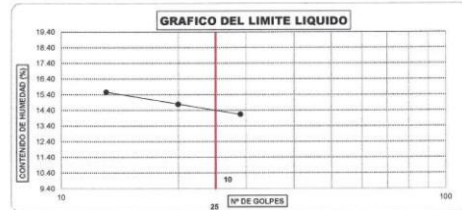
Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Rodriguez Drosit
 EGEL - LG - 874 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 642015
 FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337969
 CALICATA : CD - 13 MUESTRA Nº: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.60 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº de tarro	20	16
Nº de golpes	13	20
T. + suelo húmedo	62.68	66.03
Tarro + suelo seco	55.85	59.21
Agua	6.83	6.82
Peso del tarro	12.60	13.08
Peso del suelo seco	43.85	46.13
Porcentaje de humedad	15.58	14.78



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	14.40
Límite Plástico	Nº Pº
Índice de Plasticidad	Nº Pº

MUESTRA: CD - 13 / E - 01	
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (II)

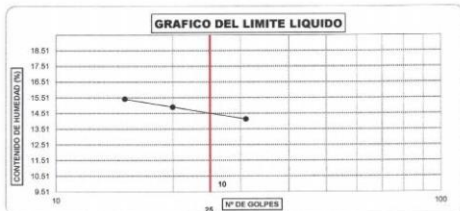
Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Rodriguez Drosit
 EGEL - LG - 875 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 642015
 FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337969
 CALICATA : CD - 14 MUESTRA Nº: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.80 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº de tarro	32	12
Nº de golpes	15	20
T. + suelo húmedo	59.35	65.44
Tarro + suelo seco	52.91	58.88
Agua	6.44	6.56
Peso del tarro	11.15	14.84
Peso del suelo seco	41.76	44.04
Porcentaje de humedad	15.42	14.90



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	14.31
Límite Plástico	Nº Pº
Índice de Plasticidad	Nº Pº

MUESTRA: CD - 14 / M - 01	
Clasificación SUCS	GM
Clasificación AASHTO	A-2-4 (II)

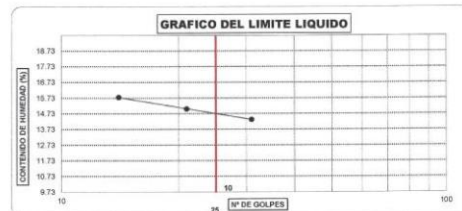
Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Rodriguez Drosit
 EGEL - LG - 876 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 SECTOR : DEFENSA ESTE: 642316
 FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338254
 CALICATA : CD - 15 MUESTRA Nº: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.90 mts.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº de tarro	23	18
Nº de golpes	14	21
T. + suelo húmedo	68.15	69.12
Tarro + suelo seco	60.89	61.86
Agua	7.26	7.27
Peso del tarro	14.86	13.55
Peso del suelo seco	46.03	46.31
Porcentaje de humedad	15.77	15.03



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	14.33
Límite Plástico	Nº Pº
Índice de Plasticidad	Nº Pº

MUESTRA: CD - 15 / E - 01	
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-1-b (II)

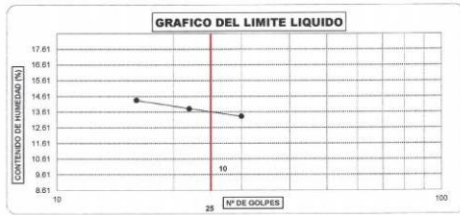
Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Rodriguez Drosit
 EGEL - LG - 877 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 642316
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338254
CALICATA : CD - 15 MUESTRA Nº: E - 02 PROFUNDIDAD : 0.50 - 2.10 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	62	51	4	---	---	---
Nº de golpes	16	22	30	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	58.21	62.43	64.17	---	---	---
Tarro + suelo seco	52.54	56.66	58.29	---	---	---
Agua	5.67	5.77	5.88	---	---	---
Peso del tarro	13.04	14.88	14.15	---	---	---
Peso del suelo seco	39.5	41.78	44.14	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.35	13.81	13.32	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.81
Límite Plástico	Nº P
Índice de Plasticidad	Nº P

MUESTRA:	CD - 15 / E - 02
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (6)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

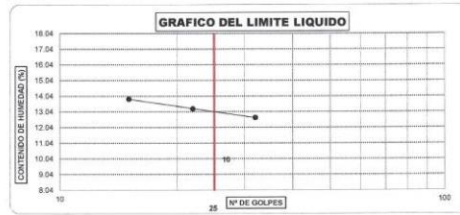
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

EGEL - LG - 079 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 642435
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9337885
CALICATA : CD - 16 MUESTRA Nº: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	12	6	32	---	---	---
Nº de golpes	15	22	32	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	62.35	62.98	63.39	---	---	---
Tarro + suelo seco	55.97	57.76	57.52	---	---	---
Agua	5.78	5.82	5.87	---	---	---
Peso del tarro	14.84	13.15	11.15	---	---	---
Peso del suelo seco	41.73	44.01	46.37	---	---	---
Porcentaje de humedad	13.85	13.22	12.66	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.04
Límite Plástico	Nº P
Índice de Plasticidad	Nº P

MUESTRA:	CD - 16 / M - 01
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (6)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

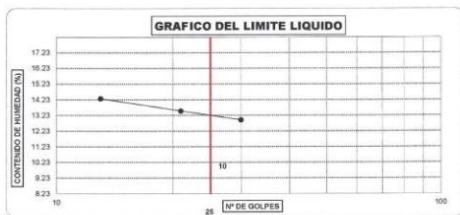
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

EGEL - LG - 079 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 642961
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338522
CALICATA : CD - 17 MUESTRA Nº: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.40 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	25	60	51	---	---	---
Nº de golpes	13	21	30	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	76.65	80.29	83.65	---	---	---
Tarro + suelo seco	68.58	72.36	75.95	---	---	---
Agua	8.07	7.93	7.9	---	---	---
Peso del tarro	12.15	13.65	14.88	---	---	---
Peso del suelo seco	58.43	58.71	61.07	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.30	13.51	12.94	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.23
Límite Plástico	Nº P
Índice de Plasticidad	Nº P

MUESTRA:	CD - 17 / M - 01
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-3 (6)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

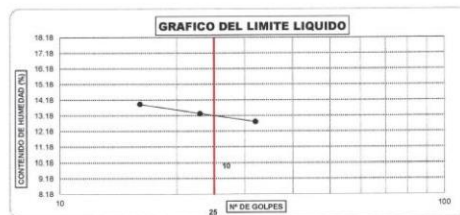
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

EGEL - LG - 080 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 643180
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338140
CALICATA : CD - 18 MUESTRA Nº: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.60 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de tarro	3	12	29	---	---	---
Nº de golpes	16	23	32	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	60.98	63.71	64.15	---	---	---
Tarro + suelo seco	54.40	57.97	58.33	---	---	---
Agua	5.68	5.74	5.82	---	---	---
Peso del tarro	13.55	14.84	12.84	---	---	---
Peso del suelo seco	40.85	43.13	45.49	---	---	---
Porcentaje de humedad	13.90	13.31	12.79	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	13.18
Límite Plástico	Nº P
Índice de Plasticidad	Nº P

MUESTRA:	CD - 18 / M - 01
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a (6)

Observaciones:

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

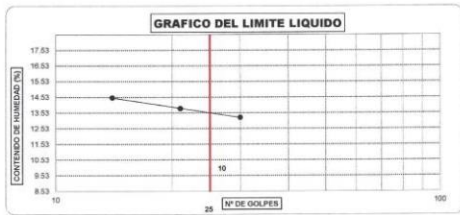
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Mujica / Asesorado Directo
 LABORATORIO

EGEL - LG - 081 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 643454
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338790
CALICATA : CD - 19 MUESTRA N°: E - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	61	3	52	---	---	---
I e golpes	14	21	30	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	88.84	89.78	74.96	---	---	---
Tarro + suelo seco	62.01	62.96	60.13	---	---	---
Agua	6.83	6.82	6.85	---	---	---
Peso del tarro	14.88	13.55	16.34	---	---	---
Peso del suelo seco	47.13	49.41	51.77	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.49	13.60	13.23	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA		MUESTRA: CD - 19 / E - 01	
Límite Líquido	N° PP	Clasificación SUCS	GP-GM
Límite Plástico	N° PP	Clasificación AASHTO	A-1-a (6)
Índice de Plasticidad	N° PP		

Observaciones:

ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

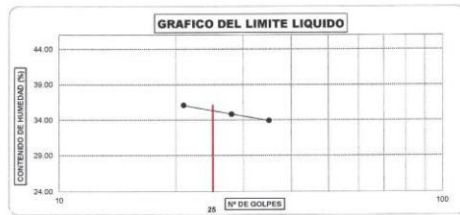
ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

EGEL - LG - 084 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 643454
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338790
CALICATA : CD - 19 MUESTRA N°: E - 02 PROFUNDIDAD : 0.80 - 1.30 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	8	13	22	7	---	---
I e golpes	21	28	35	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	46.69	49.83	54.85	22.35	---	---
Tarro + suelo seco	37.56	42.72	44.49	20.38	---	---
Agua	9.13	9.61	10.16	1.99	---	---
Peso del tarro	12.25	12.63	14.54	11.23	---	---
Peso del suelo seco	25.31	27.50	29.95	9.13	---	---
Porcentaje de humedad	36.07	34.83	33.92	21.60	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA		MUESTRA: CD - 19 / E - 02	
Límite Líquido	N° PP	Clasificación SUCS	CL
Límite Plástico	N° PP	Clasificación AASHTO	A-4 (9)
Índice de Plasticidad	N° PP		

Observaciones:

ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

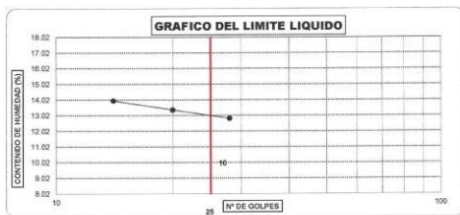
ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

EGEL - LG - 085 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 643454
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338790
CALICATA : CD - 19 MUESTRA N°: E - 03 PROFUNDIDAD : 1.30 - 3.00 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	26	1	68	---	---	---
I e golpes	14	20	28	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	88.18	71.07	74.82	---	---	---
Tarro + suelo seco	61.41	64.3	68.02	---	---	---
Agua	6.75	6.77	6.8	---	---	---
Peso del tarro	13.07	13.68	13.04	---	---	---
Peso del suelo seco	48.34	60.62	52.98	---	---	---
Porcentaje de humedad	13.96	13.37	12.84	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA		MUESTRA: CD - 19 / E - 03	
Límite Líquido	N° PP	Clasificación SUCS	GP-GM
Límite Plástico	N° PP	Clasificación AASHTO	A-1-a (6)
Índice de Plasticidad	N° PP		

Observaciones:

ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

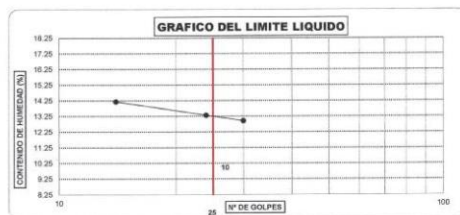
ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

EGEL - LG - 084 - 2020

LIMITES DE ATTERBERG
(N.T.P. 339.129 / ASTM - D423)

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
UBICACION : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
SECTOR : DEFENSA ESTE: 643733
FECHA : 13/09/2020 NORTE: 9338148
CALICATA : CD - 20 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.50 mtrs.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
N° de tarro	60	9	18	---	---	---
I e golpes	14	24	30	---	---	---
Tarro + suelo húmedo	60.09	59.71	64.83	---	---	---
Tarro + suelo seco	54.32	53.99	58.98	---	---	---
Agua	5.77	5.72	5.87	---	---	---
Peso del tarro	13.65	11.04	13.65	---	---	---
Peso del suelo seco	40.67	42.95	45.31	---	---	---
Porcentaje de humedad	14.19	13.32	12.96	---	---	---



LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA		MUESTRA: CD - 20 / M - 01	
Límite Líquido	N° PP	Clasificación SUCS	SP
Límite Plástico	N° PP	Clasificación AASHTO	A-1-a (9)
Índice de Plasticidad	N° PP		

Observaciones:

ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

ESTUDIOS DE GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Aramburuz Bruni
 L.A.B. INGENIERIA

EGEL - LG - 085 - 2020



**HUMEDAD NATURAL
ASTM D - 2216**

SOLICITANTE : INGEN SERVICE S.A.C.
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 FECHA : 9/09/2020

CALICATA	CD - 01	CD - 02	CD - 03	CD - 04
MUESTRA	M - 01	M - 02	M - 01	M - 02
PROYECTO	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA
PROFUNDIDAD	0.00 - 3.00	0.00 - 2.80	0.00 - 3.00	0.00 - 3.00
Nº Recipiente	40	21	15	3
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	131.60	298.90	241.16	310.30
Peso Suelo Seco + Recipiente	128.02	288.12	238.68	307.41
Peso del Agua	3.58	10.78	2.48	2.89
Peso Recipiente	26.98	20.19	24.28	26.65
Peso Suelo Seco	101.04	267.93	214.40	280.76
Porcentaje de Humedad	3.54%	4.02%	1.18%	1.03%

CALICATA	CD - 05	CD - 06	CD - 07	CD - 08
MUESTRA	M - 01	M - 02	M - 01	M - 01
PROYECTO	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00	0.00 - 0.50	0.00 - 0.40	0.00 - 3.00
Nº Recipiente	18	27	34	2
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	345.20	284.70	237.60	319.30
Peso Suelo Seco + Recipiente	335.49	284.11	230.03	316.05
Peso del Agua	9.71	10.59	7.57	3.25
Peso Recipiente	28.74	26.31	31.49	26.65
Peso Suelo Seco	306.75	257.80	198.54	289.40
Porcentaje de Humedad	3.17%	4.11%	3.81%	1.12%

CALICATA	CD - 09	CD - 09	CD - 10	CD - 11
MUESTRA	E - 01	E - 02	E - 01	E - 01
PROYECTO	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA
PROFUNDIDAD	0.00 - 0.50	0.50 - 3.00	0.00 - 0.80	0.00 - 0.50
Nº Recipiente	1	14	15	7
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	345.20	294.70	237.60	319.30
Peso Suelo Seco + Recipiente	333.45	290.12	235.51	301.15
Peso del Agua	11.75	4.58	12.09	18.15
Peso Recipiente	24.16	26.66	24.28	22.46
Peso Suelo Seco	309.29	263.46	201.23	278.69
Porcentaje de Humedad	3.80%	1.74%	6.01%	6.51%

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Parodiaga Drouin
 INGENIERO DE LABORATORIOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluvo Martinez
 INGENIERO DE LABORATORIOS



**HUMEDAD NATURAL
ASTM D - 2216**

SOLICITANTE : INGEN SERVICE S.A.C.
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 FECHA : 9/09/2020

CALICATA	CD - 19	CD - 20	
MUESTRA	E - 03	M - 01	
PROYECTO	DEFENSA	DEFENSA	
PROFUNDIDAD	1.30 - 3.00	0.00 - 2.50	
Nº Recipiente	40	39	
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	241.16	135.60	
Peso Suelo Seco + Recipiente	232.04	134.16	
Peso del Agua	9.12	1.44	
Peso Recipiente	26.98	25.41	
Peso Suelo Seco	205.06	108.75	
Porcentaje de Humedad	4.45%	1.32%	

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Parodiaga Drouin
 INGENIERO DE LABORATORIOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluvo Martinez
 INGENIERO DE LABORATORIOS



**HUMEDAD NATURAL
ASTM D - 2216**

SOLICITANTE : INGEN SERVICE S.A.C.
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 FECHA : 9/09/2020

CALICATA	CD - 11	CD - 11	CD - 12	CD - 13
MUESTRA	E - 02	E - 03	E - 01	E - 01
PROYECTO	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA
PROFUNDIDAD	0.50 - 1.20	1.20 - 3.00	0.00 - 1.10	0.00 - 1.60
Nº Recipiente	1	65	21	28
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	164.65	98.19	128.55	130.08
Peso Suelo Seco + Recipiente	161.98	94.85	124.55	128.31
Peso del Agua	2.67	3.34	4.00	1.77
Peso Recipiente	24.16	15.04	20.19	36.68
Peso Suelo Seco	137.82	79.81	104.36	91.63
Porcentaje de Humedad	1.94%	4.18%	3.83%	1.93%

CALICATA	CD - 14	CD - 15	CD - 15	CD - 16
MUESTRA	M - 01	E - 01	E - 02	M - 01
PROYECTO	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.80	0.00 - 0.50	0.50 - 2.10	0.00 - 3.00
Nº Recipiente	13	15	2	25
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	241.16	297.64	198.16	145.55
Peso Suelo Seco + Recipiente	238.46	287.46	192.33	140.32
Peso del Agua	2.70	10.18	5.83	5.23
Peso Recipiente	24.19	24.28	22.68	33.40
Peso Suelo Seco	214.27	263.18	169.65	106.92
Porcentaje de Humedad	1.26%	3.87%	3.44%	4.89%

CALICATA	CD - 17	CD - 18	CD - 19	CD - 19
MUESTRA	M - 01	M - 01	E - 01	E - 02
PROYECTO	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA	DEFENSA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.40	0.00 - 0.60	0.00 - 0.80	0.80 - 1.30
Nº Recipiente	12	35	17	48
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	205.35	217.84	165.16	179.52
Peso Suelo Seco + Recipiente	200.03	214.42	162.53	172.05
Peso del Agua	5.32	3.42	2.63	7.47
Peso Recipiente	28.74	36.35	28.94	14.16
Peso Suelo Seco	171.29	178.07	133.59	157.89
Porcentaje de Humedad	3.11%	1.92%	1.57%	4.73%

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Parodiaga Drouin
 INGENIERO DE LABORATORIOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluvo Martinez
 INGENIERO DE LABORATORIOS



**PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854**

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAPE
 UBICACIÓN : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 CALICATA : CD-01
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 m.
 COORDENADA : E 633373 - N 9334963
 SECTOR : DEFENSA
 FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS	Nº	M - 01	
A. Pícnometro	1		
B. Peso del picnómetro	(g)	173.58	
C. Peso del picnómetro + agua	(g)	673.98	
D. Peso del suelo seco	(g)	130.00	
E. Peso picnómetro + agua + suelo	(g)	803.98	
F. Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	754.97	
G. VOL. DE MASA = E-A/F	cm ³	48.61	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO	g/cm ³	2.674	

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Angel Parodiaga Drouin
 INGENIERO DE LABORATORIOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluvo Martinez
 INGENIERO DE LABORATORIOS

PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS-COPE
PROYECTO : CREACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIC NITAPE
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
CALICATA : CD-02
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 m.
COORDENADA : E 63580 - N 9335189
SECTOR : DEFENSA
FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS		M-01	
A	Picnómetro	N°	2
B	Peso del picnómetro	(g)	173.37
C	Peso del picnómetro + agua	(g)	672.48
D	Peso del suelo seco	(g)	152.19
E	Peso picnómetro + agua +suelo	(g)	804.58
F	Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	755.50
G	VOL. DE MASA = E-(A-F)	cm3	49.08
PESO ESPECIFICO DEL SUELO		gr/cm3	2.682

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Antonietto Braun
 Ing. Civil

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluís Martínez
 Ing. Civil

EGEL-PE-102-2020

PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS-COPE
PROYECTO : CREACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIC NITAPE
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
CALICATA : CD-03
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 m.
COORDENADA : E 636338 - N 9335368
SECTOR : DEFENSA
FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS		M-01	
A	Picnómetro	N°	3
B	Peso del picnómetro	(g)	173.37
C	Peso del picnómetro + agua	(g)	672.48
D	Peso del suelo seco	(g)	129.23
E	Peso picnómetro + agua +suelo	(g)	801.71
F	Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	753.75
G	VOL. DE MASA = E-(A-F)	cm3	47.96
Peso específico de los sólidos de suelo		gr/cm3	2.685

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Antonietto Braun
 Ing. Civil

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluís Martínez
 Ing. Civil

EGEL-PE-103-2020

PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS-COPE
PROYECTO : CREACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIC NITAPE
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
CALICATA : CD-04
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 m.
COORDENADA : E 63679 - N 9335581
SECTOR : DEFENSA
FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS		M-01	
A	Picnómetro	N°	1
B	Peso del picnómetro	(g)	173.58
C	Peso del picnómetro + agua	(g)	671.69
D	Peso del suelo seco	(g)	128.44
E	Peso picnómetro + agua +suelo	(g)	800.13
F	Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	752.70
G	VOL. DE MASA = E-(A-F)	cm3	47.43
Peso específico de los sólidos de suelo		gr/cm3	2.708

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Antonietto Braun
 Ing. Civil

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluís Martínez
 Ing. Civil

EGEL-PE-104-2020

PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS-COPE
PROYECTO : CREACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIC NITAPE
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
CALICATA : CD-05
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.
COORDENADA : E 637054 - N 9335929
SECTOR : DEFENSA
FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS		M-01	
A	Picnómetro	N°	6
B	Peso del picnómetro	(g)	173.58
C	Peso del picnómetro + agua	(g)	671.69
D	Peso del suelo seco	(g)	128.44
E	Peso picnómetro + agua +suelo	(g)	800.13
F	Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	752.28
G	VOL. DE MASA = E-(A-F)	cm3	47.84
Peso específico de los sólidos de suelo		gr/cm3	2.685

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Antonietto Braun
 Ing. Civil

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Lluís Martínez
 Ing. Civil

EGEL-PE-105-2020

PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL R/C NITAPE
UBICACION : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
CAUCATA : CD-18
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 m.
COORDENADA : E 643180 - N 9338140
SECTOR : DEFENSA
FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS		M.-01	
A	Pícnómetro	Nº	3
B	Peso del picnómetro	(g)	174.11
C	Peso del picnómetro + agua	(g)	672.22
D	Peso del suelo seco	(g)	129.13
E	Peso picnómetro + agua +suelo	(g)	881.35
F	Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	753.10
G	VOL. DE MASA = E-(A-F)	cm3	48.25
Peso específico de los sólidos de suelo		gr/cm3	2.878

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Ángel Arce Briones
 INGENIERO CIVIL

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Luis Martínez
 INGENIERO CIVIL

EGEL-PE-118-2020

PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL R/C NITAPE
UBICACION : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
CAUCATA : CD-19
MUESTRA : E-01
PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 m.
COORDENADA : E 643434 - N 9338790
SECTOR : DEFENSA
FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS		E.-01	
A	Pícnómetro	Nº	2
B	Peso del picnómetro	(g)	173.37
C	Peso del picnómetro + agua	(g)	671.46
D	Peso del suelo seco	(g)	130.11
E	Peso picnómetro + agua +suelo	(g)	881.59
F	Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	753.11
G	VOL. DE MASA = E-(A-F)	cm3	48.46
Peso específico de los sólidos de suelo		gr/cm3	2.864

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Ángel Arce Briones
 INGENIERO CIVIL

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Luis Martínez
 INGENIERO CIVIL

EGEL-PE-119-2020

PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
ASTM D 854

SOLICITANTE : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
PROYECTO : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
COMPONENTE : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL R/C NITAPE
UBICACION : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
CAUCATA : CD-20
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.50 m.
COORDENADA : E 643733 - N 9338140
SECTOR : DEFENSA
FECHA : 15/09/2020

MUESTRAS		M.-01	
A	Pícnómetro	Nº	4
B	Peso del picnómetro	(g)	173.37
C	Peso del picnómetro + agua	(g)	671.48
D	Peso del suelo seco	(g)	127.73
E	Peso picnómetro + agua +suelo	(g)	799.21
F	Peso agua + suelo en el picnómetro	(g)	751.33
G	VOL. DE MASA = E-(A-F)	cm3	47.88
Peso específico de los sólidos de suelo		gr/cm3	2.868

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Ángel Arce Briones
 INGENIERO CIVIL

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Luis Martínez
 INGENIERO CIVIL

EGEL-PE-120-2020

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0674-2020
Solicitante : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
Ubicacion : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
Calicata : CD-04 Sector: DEFENSA
Profundidad : 0.00 - 3.00 Velocidad: 0.25 mm/min
Muestra : M-1 SUICS: SM
Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA

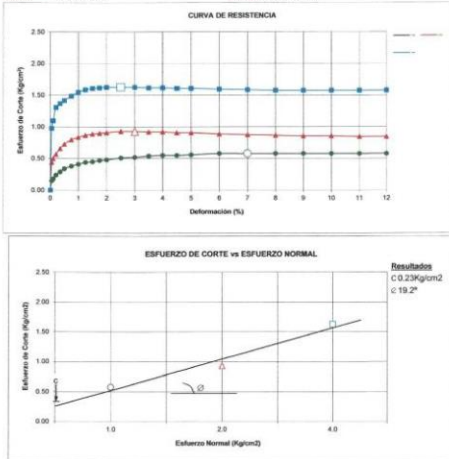
Esfuerzo Normal	1 Kg/cm ²		2 Kg/cm ²		4 Kg/cm ²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapas						
Altura (cm)	2.1	2.05	2.00	1.96	1.90	1.81
Diámetro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad (%)	15.2	15.43	29.01	15.15	29.01	15.83
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.63	1.66	1.37	1.64	1.36	1.73
Deformación (%)	1Kg/cm ²		2Kg/cm ²		4Kg/cm ²	
	Est. de Corte Normal	Esfuerzo Normal	Est. de Corte Normal	Esfuerzo Normal	Est. de Corte Normal	Esfuerzo Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.15	0.15	0.05	0.44	0.22	0.95
0.10	0.18	0.18	0.10	0.50	0.25	1.10
0.20	0.24	0.24	0.20	0.57	0.28	1.30
0.35	0.29	0.29	0.35	0.66	0.35	1.36
0.50	0.34	0.34	0.50	0.73	0.36	1.41
0.75	0.38	0.38	0.75	0.80	0.40	1.46
1.00	0.41	0.41	1.00	0.84	0.42	1.50
1.25	0.44	0.44	1.25	0.87	0.43	1.58
1.50	0.45	0.45	1.50	0.89	0.44	1.60
1.75	0.47	0.47	1.75	0.90	0.45	1.75
2.00	0.48	0.48	2.00	0.91	0.46	2.80
2.50	0.51	0.51	2.50	0.93	0.48	2.62
3.00	0.52	0.52	3.00	0.93	0.48	3.00
3.50	0.54	0.54	3.50	0.92	0.46	3.50
4.00	0.55	0.55	4.00	0.92	0.46	4.00
4.50	0.55	0.55	4.50	0.91	0.45	4.50
5.00	0.56	0.56	5.00	0.91	0.45	5.00
6.00	0.58	0.58	6.00	0.89	0.44	6.00
7.00	0.58	0.58	7.00	0.88	0.44	7.00
8.00	0.58	0.58	8.00	0.87	0.43	8.00
9.00	0.58	0.58	9.00	0.86	0.43	9.00
10.00	0.58	0.58	10.00	0.86	0.43	10.00
11.00	0.58	0.58	11.00	0.85	0.42	11.00
12.00	0.58	0.58	12.00	0.85	0.42	12.00

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Ángel Arce Briones
 INGENIERO CIVIL

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Juan Luis Martínez
 INGENIERO CIVIL

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0674-2020
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-04 Coordenada UTM E 636679 N933561 Sector: DEFENSA
 Muestra : M-1
 Profundidad : 0.00 - 3.00 SUCS: SM Estado: REMOLDEADA
 Fecha : 15/09/2020



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0675-2020
 Solicitante : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-08 Sector: DEFENSA
 Muestra : M-1 Velocidad: 0.25 mm/min SUCS: GP-GM
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA

Esfuerzo Normal (kg/cm²)	1 kg/cm²		2 kg/cm²		4 kg/cm²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapas	2.1	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Altura (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Diámetro (cm)	11.58	11.79	29.01	11.51	29.01	12.19
Número	1.84	1.87	1.37	1.70	1.36	1.79
Densidad Seca (g/cm³)						

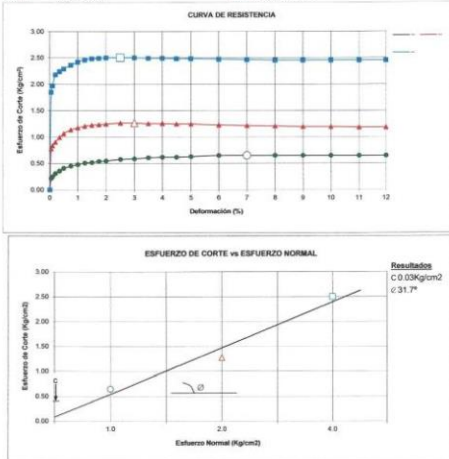
Deformación (%)	1kg/cm²		2kg/cm²		4kg/cm²		
	Esf. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz. (%)	Esf. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz. (%)	Esf. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz. (%)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.05	0.22	0.22	0.05	0.77	0.39	0.05	0.46
0.10	0.25	0.25	0.10	0.83	0.42	0.10	0.49
0.20	0.31	0.31	0.20	0.90	0.45	0.20	0.55
0.35	0.36	0.36	0.35	0.96	0.35	0.24	0.58
0.50	0.41	0.41	0.50	1.06	0.53	0.50	0.57
0.75	0.45	0.45	0.75	1.13	0.57	0.75	0.59
1.00	0.48	0.48	1.00	1.17	0.59	1.00	0.61
1.25	0.51	0.51	1.25	1.20	0.60	1.25	0.62
1.50	0.52	0.52	1.50	1.22	0.61	1.50	0.62
1.75	0.54	0.54	1.75	1.23	0.62	1.75	0.62
2.00	0.55	0.55	2.00	1.24	0.62	2.00	0.63
2.50	0.58	0.58	2.50	1.26	0.63	2.50	0.63
3.00	0.59	0.59	3.00	1.26	0.63	3.00	0.63
3.50	0.61	0.61	3.50	1.25	0.63	3.50	0.62
4.00	0.62	0.62	4.00	1.25	0.63	4.00	0.62
4.50	0.62	0.62	4.50	1.24	0.62	4.50	0.62
5.00	0.63	0.63	5.00	1.24	0.62	5.00	0.62
6.00	0.65	0.65	6.00	1.22	0.61	6.00	0.62
7.00	0.65	0.65	7.00	1.21	0.61	7.00	0.62
8.00	0.65	0.65	8.00	1.20	0.60	8.00	0.61
9.00	0.65	0.65	9.00	1.19	0.60	9.00	0.61
10.00	0.65	0.65	10.00	1.19	0.60	10.00	0.61
11.00	0.65	0.65	11.00	1.18	0.59	11.00	0.61
12.00	0.65	0.65	12.00	1.18	0.59	12.00	0.61

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0675-2020
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-08 Coordenada UTM E 634841 N933626 Sector: DEFENSA
 Muestra : M-1
 Profundidad : 0.00 - 3.00 SUCS: GP-GM Estado: REMOLDEADA
 Fecha : 15/09/2020



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0675-2020
 Solicitante : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-12 Sector: DEFENSA
 Muestra : E-1 Velocidad: 0.25 mm/min SUCS: GP-GM
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA

Esfuerzo Normal (kg/cm²)	1 kg/cm²		2 kg/cm²		4 kg/cm²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapas	2.1	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Altura (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Diámetro (cm)	13.36	13.59	29.01	13.31	29.01	13.99
Humedad						
Densidad Seca (g/cm³)	1.83	1.86	1.37	1.67	1.36	1.78

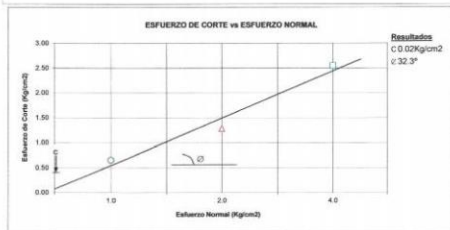
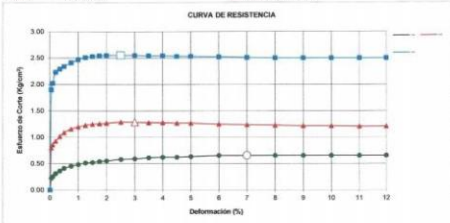
Deformación (%)	1kg/cm²		2kg/cm²		4kg/cm²		
	Esf. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz. (%)	Esf. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz. (%)	Esf. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz. (%)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.05	0.22	0.22	0.05	0.79	0.40	0.05	0.47
0.10	0.25	0.25	0.10	0.85	0.43	0.10	0.50
0.20	0.31	0.31	0.20	0.92	0.46	0.20	0.56
0.35	0.36	0.36	0.35	1.01	0.51	0.35	0.57
0.50	0.41	0.41	0.50	1.08	0.54	0.50	0.58
0.75	0.45	0.45	0.75	1.15	0.58	0.75	0.61
1.00	0.48	0.48	1.00	1.19	0.60	1.00	0.62
1.25	0.51	0.51	1.25	1.22	0.61	1.25	0.63
1.50	0.52	0.52	1.50	1.24	0.62	1.50	0.63
1.75	0.54	0.54	1.75	1.25	0.63	1.75	0.63
2.00	0.55	0.55	2.00	1.26	0.63	2.00	0.64
2.50	0.58	0.58	2.50	1.28	0.64	2.50	0.64
3.00	0.59	0.59	3.00	1.28	0.64	3.00	0.64
3.50	0.61	0.61	3.50	1.27	0.64	3.50	0.63
4.00	0.62	0.62	4.00	1.27	0.64	4.00	0.63
4.50	0.62	0.62	4.50	1.26	0.63	4.50	0.63
5.00	0.63	0.63	5.00	1.26	0.63	5.00	0.63
6.00	0.65	0.65	6.00	1.24	0.62	6.00	0.63
7.00	0.65	0.65	7.00	1.23	0.62	7.00	0.63
8.00	0.65	0.65	8.00	1.22	0.61	8.00	0.62
9.00	0.65	0.65	9.00	1.21	0.61	9.00	0.62
10.00	0.65	0.65	10.00	1.21	0.61	10.00	0.62
11.00	0.65	0.65	11.00	1.20	0.60	11.00	0.62
12.00	0.65	0.65	12.00	1.20	0.60	12.00	0.62

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tame Miguel Armaslegua Brown
 L.A.B. E.I.R.L. S.A.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0676-2020
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-12 Coordenada UTM: E649945 N933762
 Muestra : E-1 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 0.00 - 1.10 SUCS: GP-GM
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Ángel Martínez Brou
 LABORATORISTA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0677-2020
 Solicitante : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-16 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 0.00 - 3.00 Velocidad: 0.25 mm/min
 Muestra : M-1 SUCS: GP-GM
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA

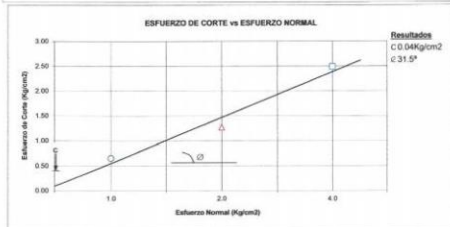
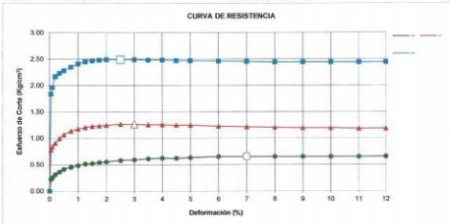
Etapas	1 Kg/cm²		2 Kg/cm²		4 Kg/cm²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	2.1	2.05	2.00	1.95	1.99	1.81
Diámetro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad (%)	11.58	11.79	29.01	11.51	29.01	12.19
Densidad Seca (gr/cm³)	1.84	1.87	1.37	1.72	1.36	1.79

1kg/cm²			2kg/cm²			4kg/cm²		
Deformación (%)	Est. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normal (kg/cm²)	Deformación (%)	Est. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normal (kg/cm²)	Deformación (%)	Est. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normal (kg/cm²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.22	0.22	0.05	0.77	0.39	0.05	1.84	0.46
0.10	0.25	0.25	0.10	0.83	0.42	0.10	1.96	0.49
0.20	0.31	0.31	0.20	0.90	0.45	0.20	2.17	0.54
0.35	0.36	0.36	0.35	0.95	0.35	0.35	2.23	0.56
0.50	0.41	0.41	0.50	1.06	0.53	0.50	2.28	0.57
0.75	0.45	0.45	0.75	1.13	0.57	0.75	2.35	0.59
1.00	0.48	0.48	1.00	1.17	0.59	1.00	2.41	0.60
1.25	0.51	0.51	1.25	1.25	0.62	1.25	2.45	0.61
1.50	0.52	0.52	1.50	1.22	0.61	1.50	2.47	0.62
1.75	0.54	0.54	1.75	1.23	0.62	1.75	2.48	0.62
2.00	0.55	0.55	2.00	1.24	0.62	2.00	2.49	0.62
2.50	0.58	0.58	2.50	1.26	0.63	2.50	2.49	0.62
3.00	0.59	0.59	3.00	1.26	0.63	3.00	2.49	0.62
3.50	0.61	0.61	3.50	1.25	0.63	3.50	2.48	0.62
4.00	0.62	0.62	4.00	1.25	0.63	4.00	2.48	0.62
4.50	0.62	0.62	4.50	1.24	0.62	4.50	2.47	0.62
5.00	0.63	0.63	5.00	1.24	0.62	5.00	2.47	0.62
6.00	0.65	0.65	6.00	1.22	0.61	6.00	2.45	0.61
7.00	0.65	0.65	7.00	1.21	0.61	7.00	2.45	0.61
8.00	0.65	0.65	8.00	1.20	0.60	8.00	2.44	0.61
9.00	0.65	0.65	9.00	1.19	0.60	9.00	2.44	0.61
10.00	0.65	0.65	10.00	1.19	0.60	10.00	2.44	0.61
11.00	0.65	0.65	11.00	1.18	0.59	11.00	2.44	0.61
12.00	0.65	0.65	12.00	1.18	0.59	12.00	2.44	0.61

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Ángel Martínez Brou
 LABORATORISTA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0677-2020
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-16 Coordenada UTM: E64435 N933765
 Muestra : M-1 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 0.00 - 3.00 SUCS: GP-GM
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Ángel Martínez Brou
 LABORATORISTA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0678-2020
 Solicitante : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicata : CD-16 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 0.00 - 0.60 Velocidad: 0.25 mm/min
 Muestra : M-1 SUCS: GP
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA

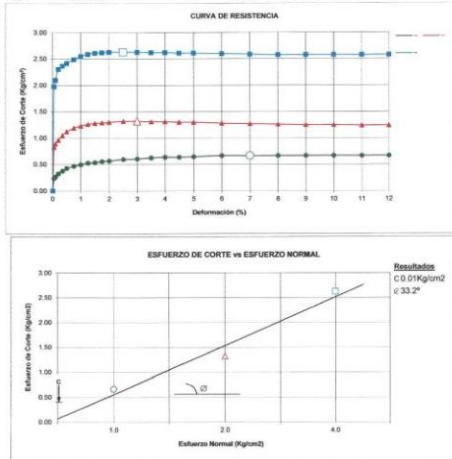
Etapas	1 Kg/cm²		2 Kg/cm²		4 Kg/cm²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	2.1	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Diámetro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad (%)	10.26	10.49	29.01	10.21	29.01	10.89
Densidad Seca (gr/cm³)	1.90	1.93	1.37	1.72	1.36	1.81

1kg/cm²			2kg/cm²			4kg/cm²		
Deformación (%)	Est. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normal (kg/cm²)	Deformación (%)	Est. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normal (kg/cm²)	Deformación (%)	Est. de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normal (kg/cm²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.23	0.23	0.05	0.83	0.41	0.05	1.97	0.49
0.10	0.26	0.26	0.10	0.88	0.44	0.10	2.09	0.52
0.20	0.32	0.32	0.20	0.96	0.48	0.20	2.30	0.58
0.35	0.37	0.37	0.35	1.05	0.52	0.35	2.36	0.59
0.50	0.42	0.42	0.50	1.12	0.56	0.50	2.41	0.60
0.75	0.46	0.46	0.75	1.19	0.59	0.75	2.46	0.62
1.00	0.49	0.49	1.00	1.23	0.61	1.00	2.54	0.64
1.25	0.52	0.52	1.25	1.26	0.63	1.25	2.58	0.65
1.50	0.53	0.53	1.50	1.28	0.64	1.50	2.60	0.65
1.75	0.55	0.55	1.75	1.29	0.64	1.75	2.61	0.65
2.00	0.56	0.56	2.00	1.30	0.65	2.00	2.62	0.66
2.50	0.59	0.59	2.50	1.32	0.66	2.50	2.62	0.66
3.00	0.60	0.60	3.00	1.32	0.66	3.00	2.62	0.66
3.50	0.62	0.62	3.50	1.31	0.65	3.50	2.61	0.65
4.00	0.63	0.63	4.00	1.31	0.65	4.00	2.61	0.65
4.50	0.63	0.63	4.50	1.30	0.65	4.50	2.60	0.65
5.00	0.64	0.64	5.00	1.30	0.65	5.00	2.60	0.65
6.00	0.66	0.66	6.00	1.28	0.64	6.00	2.59	0.65
7.00	0.66	0.66	7.00	1.27	0.63	7.00	2.58	0.65
8.00	0.66	0.66	8.00	1.26	0.63	8.00	2.57	0.64
9.00	0.66	0.66	9.00	1.25	0.62	9.00	2.57	0.64
10.00	0.66	0.66	10.00	1.25	0.62	10.00	2.57	0.64
11.00	0.66	0.66	11.00	1.24	0.62	11.00	2.57	0.64
12.00	0.66	0.66	12.00	1.24	0.62	12.00	2.57	0.64

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Ángel Martínez Brou
 LABORATORISTA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0678-2020
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicota : CD-18 Coordenada UTM: E643180 N9338140
 Muestra : M-1 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 0.00 - 0.60 SUCS: GP
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0679-2020
 Solicitante : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicota : CD-19 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 1.30 - 3.00 Velocidad: 0.25 mm/min
 Muestra : E-3 SUCS: GP-CM
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm²)	1 Kg/cm²		2 Kg/cm²		4 Kg/cm²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapas	2.1	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Altura (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Diámetro (cm)	11.28	11.51	29.01	11.23	29.01	11.91
Humedad (%)	1.85	1.88	1.37	1.70	1.36	1.80
Densidad Seca (g/cm³)						

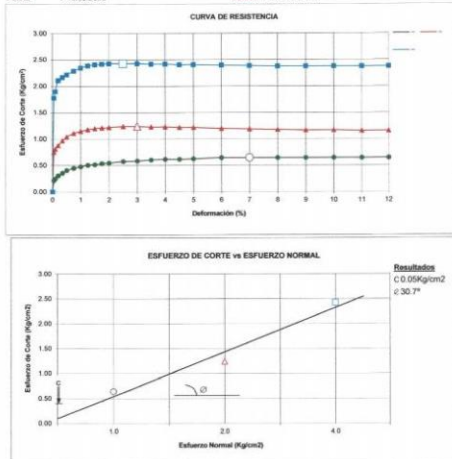
Deformación (%)	1Kg/cm²		2Kg/cm²		4Kg/cm²	
	Est. de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normal (Kg/cm²)	Est. de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normal (Kg/cm²)	Est. de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normal (Kg/cm²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.21	0.21	0.05	0.75	0.05	1.77
0.10	0.24	0.24	0.10	0.81	0.10	1.89
0.20	0.30	0.30	0.20	0.88	0.20	2.10
0.35	0.35	0.35	0.35	0.97	0.48	2.19
0.50	0.40	0.40	0.50	1.04	0.52	2.21
0.75	0.44	0.44	0.75	1.11	0.55	2.28
1.00	0.47	0.47	1.00	1.15	0.57	2.34
1.25	0.50	0.50	1.25	1.18	0.58	2.38
1.50	0.51	0.51	1.50	1.20	0.60	2.40
1.75	0.53	0.53	1.75	1.21	0.60	2.41
2.00	0.54	0.54	2.00	1.22	0.61	2.42
2.50	0.57	0.57	2.50	1.24	0.62	2.42
3.00	0.58	0.58	3.00	1.24	0.62	2.42
3.50	0.60	0.60	3.50	1.23	0.61	2.41
4.00	0.61	0.61	4.00	1.23	0.61	2.41
4.50	0.61	0.61	4.50	1.22	0.61	2.40
5.00	0.62	0.62	5.00	1.22	0.61	2.40
6.00	0.64	0.64	6.00	1.20	0.60	2.39
7.00	0.64	0.64	7.00	1.19	0.59	2.38
8.00	0.64	0.64	8.00	1.18	0.59	2.37
9.00	0.64	0.64	9.00	1.17	0.58	2.37
10.00	0.64	0.64	10.00	1.17	0.58	2.37
11.00	0.64	0.64	11.00	1.16	0.58	2.37
12.00	0.64	0.64	12.00	1.16	0.58	2.37

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0679-2020
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicota : CD-19 Coordenada UTM: E643464 N9338790
 Muestra : E-3 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 1.30 - 3.00 SUCS: GP-CM
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM - D3080

Informe N° : EGEL-CP-0680-2020
 Solicitante : CONSORCIO RIO OLMOS COPE
 Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
 Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAP
 Calicota : CD-20 Sector: DEFENSA
 Profundidad : 0.00 - 2.50 Velocidad: 0.25 mm/min
 Muestra : M-1 SUCS: SP
 Fecha : 15/09/2020 Estado: REMOLDEADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm²)	1 Kg/cm²		2 Kg/cm²		4 Kg/cm²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapas	2.1	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Altura (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Diámetro (cm)	15.57	15.8	29.01	15.52	29.01	16.2
Humedad (%)	1.66	1.69	1.37	1.64	1.36	1.73
Densidad Seca (g/cm³)						

Deformación (%)	1Kg/cm²		2Kg/cm²		4Kg/cm²	
	Est. de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normal (Kg/cm²)	Est. de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normal (Kg/cm²)	Est. de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normal (Kg/cm²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.14	0.14	0.05	0.62	0.01	1.55
0.10	0.17	0.17	0.10	0.68	0.34	1.67
0.20	0.23	0.23	0.20	0.75	0.38	1.88
0.35	0.28	0.28	0.35	0.84	0.42	1.94
0.50	0.33	0.33	0.50	0.91	0.46	1.99
0.75	0.37	0.37	0.75	0.98	0.49	2.06
1.00	0.40	0.40	1.00	1.02	0.51	2.12
1.25	0.43	0.43	1.25	1.05	0.53	2.16
1.50	0.44	0.44	1.50	1.07	0.54	2.18
1.75	0.46	0.46	1.75	1.08	0.54	2.19
2.00	0.47	0.47	2.00	1.08	0.55	2.20
2.50	0.50	0.50	2.50	1.11	0.56	2.20
3.00	0.51	0.51	3.00	1.11	0.56	2.20
3.50	0.53	0.53	3.50	1.10	0.56	2.19
4.00	0.54	0.54	4.00	1.10	0.56	2.19
4.50	0.54	0.54	4.50	1.09	0.55	2.18
5.00	0.55	0.55	5.00	1.09	0.55	2.18
6.00	0.57	0.57	6.00	1.07	0.54	2.17
7.00	0.57	0.57	7.00	1.06	0.53	2.16
8.00	0.57	0.57	8.00	1.05	0.53	2.15
9.00	0.57	0.57	9.00	1.04	0.52	2.15
10.00	0.57	0.57	10.00	1.04	0.52	2.15
11.00	0.57	0.57	11.00	1.03	0.52	2.15
12.00	0.57	0.57	12.00	1.03	0.52	2.15

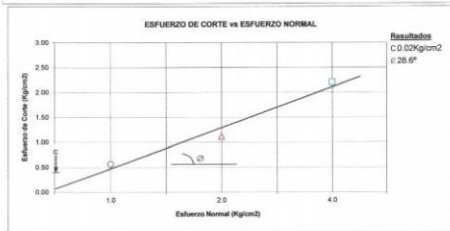
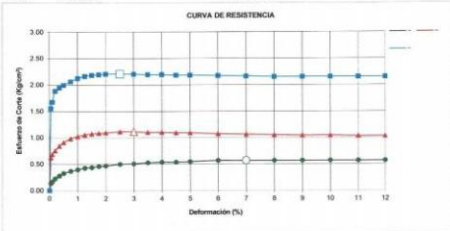
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
 Tante Miguel Zambrano Drom
 LABORATORIO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM - D3980

Informe N° : EGEL-CP-0860-2020
Proyecto : CREACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A A INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REGION LAMBAYEQUE
Ubicación : DISTRITO DE OLMOS - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Componente : CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE DIQUES EN EL CAUCE DEL RIO OLMOS EN EL TRAMO DEL RIO - NITAI
Calicata : CD-20 Coordenada UTM: E643733 N8338148
Muestra : M-1 Sector : DEFENSA
Profundidad : 0.00 - 2.50 SUICS : SP
Fecha : 15/09/2020 Estado : REMOLDEADA



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
Taller: Mónica / Huancayo / Arequipa / Lima

EGEL
Luis Martínez

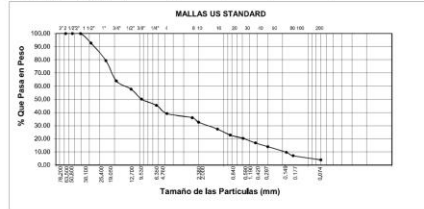
ANEXO N° 10: GRANULOMETRÍA DE MUESTRAS SUPERFICIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 - NTP 338.128

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA - BOCATOMA MBAPLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE-2021
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
FECHA : Sep-20
CALCATA : M-5-KM. 4+100

MUESTRA N°: M-5

Abertura Malla Pulg.	mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
3"	76.20				100.00		
2 1/2"	63.50			92.71			
1 1/2"	38.10	196.00	7.29	7.29	92.71		SP, arenas mal gradadas, con pocos finos.
1"	25.40	308.00	13.31	20.60	79.40		
3/4"	19.05	416.00	18.43	39.04	60.96		
1/2"	12.70	689.00	30.54	69.58	30.42		
3/8"	9.53	105.00	4.65	74.23	25.77		
1/4"	6.35	125.00	5.59	80.12	19.88		
N° 60	250	89.00	3.96	84.08	15.92		
N° 80	190	82.00	3.62	87.70	12.30		
N° 100	150	85.00	3.73	91.43	8.57		
N° 200	75	86.00	3.78	95.21	4.79		
N° 425	37.5	86.00	3.78	99.00	1.00		
Peso Inicial		2658.00					

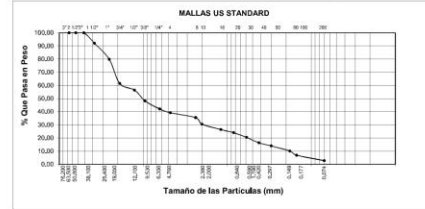


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 - NTP 338.128

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA - BOCATOMA MBAPLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE-2021
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
FECHA : Sep-20
CALCATA : M-4-KM. 5+100

MUESTRA N°: M-6

Abertura Malla Pulg.	mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
3"	76.20				100.00		
2 1/2"	63.50			92.15			
1 1/2"	38.10	193.00	7.85	7.85	92.15		SP, arenas mal gradadas, con pocos finos.
1"	25.40	301.00	12.24	20.09	79.91		
3/4"	19.05	452.00	18.38	38.47	61.53		
1/2"	12.70	725.00	28.08	66.55	33.45		
3/8"	9.53	201.00	8.17	74.72	25.28		
1/4"	6.35	152.00	6.18	80.90	19.10		
N° 60	250	89.00	3.35	84.25	15.75		
N° 80	190	82.00	3.04	87.29	12.71		
N° 100	150	85.00	3.17	90.46	9.54		
N° 200	75	86.00	3.20	93.66	6.34		
N° 425	37.5	86.00	3.20	96.86	3.14		
Peso Inicial		2658.00					

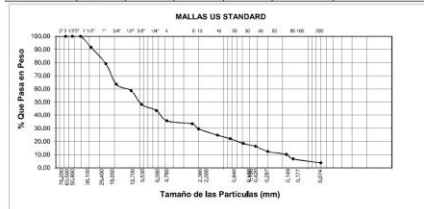


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 - NTP 338.128

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA - BOCATOMA MBAPLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE-2021
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
FECHA : Sep-20
CALCATA : M-7-KM. 6+100

MUESTRA N°: M-7

Abertura Malla Pulg.	mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
3"	76.20				100.00		
2 1/2"	63.50			91.65			
1 1/2"	38.10	215.00	8.38	8.38	91.62		SP, arenas mal gradadas, con pocos finos.
1"	25.40	321.00	12.47	20.85	79.15		
3/4"	19.05	402.00	15.52	36.37	63.63		
1/2"	12.70	725.00	28.08	64.45	35.55		
3/8"	9.53	289.00	10.85	75.30	24.70		
1/4"	6.35	121.00	4.55	79.85	20.15		
N° 60	250	89.00	3.35	83.20	16.80		
N° 80	190	82.00	3.04	86.24	13.76		
N° 100	150	85.00	3.17	89.41	10.59		
N° 200	75	86.00	3.20	92.61	7.39		
N° 425	37.5	86.00	3.20	95.81	4.19		
Peso Inicial		2574.00					

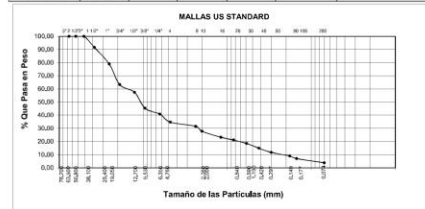


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 - NTP 338.128

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA - BOCATOMA MBAPLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE-2021
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
FECHA : Sep-20
CALCATA : M-8-KM. 7+100

MUESTRA N°: M-8

Abertura Malla Pulg.	mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
3"	76.20				100.00		
2 1/2"	63.50			91.62			
1 1/2"	38.10	225.00	8.38	8.38	91.62		SP, arenas mal gradadas, con pocos finos.
1"	25.40	341.00	12.70	21.07	78.93		
3/4"	19.05	416.00	15.66	36.73	63.27		
1/2"	12.70	725.00	28.08	64.81	35.19		
3/8"	9.53	325.00	12.41	77.22	22.78		
1/4"	6.35	121.00	4.55	81.77	18.23		
N° 60	250	89.00	3.35	85.12	14.88		
N° 80	190	82.00	3.04	88.16	11.84		
N° 100	150	85.00	3.17	91.33	8.67		
N° 200	75	86.00	3.20	94.53	5.47		
N° 425	37.5	86.00	3.20	97.73	2.27		
Peso Inicial		2658.00					

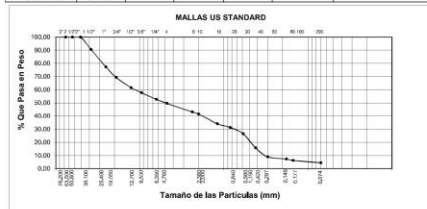


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 - NTP 338.128

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA - BOCATOMA IRRAFLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE -2021
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
FECHA : Sep-20
CALICATA : M-9 KM. 8+100

MUESTRA N°: M-9

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
3"	76.20					
2 1/2"	83.98					
2"	50.80			100.00		SP, arenas mal gradadas, con pocos finos.
1 1/2"	38.18	328.00	9.44	9.44		
1"	24.40	453.00	13.15	72.58		
3/4"	19.85	277.00	8.04	30.63		
1/2"	12.78	289.00	7.81	38.44		
3/8"	8.53	132.00	3.83	42.28		
1/4"	6.95	174.00	5.05	47.33		
N° 64	4.76	103.00	2.99	50.32		
N° 80	2.98	227.00	6.99	56.91		
N° 100	2.00	53.00	1.54	58.45		
N° 150	1.19	236.00	7.43	65.28		OBSERVACIONES:
N° 200	0.84	87.00	2.92	68.70		
N° 30	0.99	184.00	4.76	73.46		
N° 40	0.82	385.00	10.60	84.06		
N° 50	0.30	239.00	6.94	91.00		
N° 60	0.18	96.00	1.63	92.62		
N° 100	0.15	38.00	1.10	93.73		
N° 200	0.07	63.00	1.83	95.56		
N° 250		153.00	4.44	100.00		
Peso Inicial	3444.00					

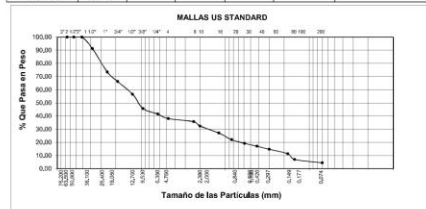


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 - NTP 338.128

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA - BOCATOMA IRRAFLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE -2021
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
FECHA : Sep-20
CALICATA : M-10 KM. 9+100

MUESTRA N°: M-10

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
3"	76.20					
2 1/2"	83.98					
2"	50.80			100.00		SP, arenas mal gradadas, con pocos finos.
1 1/2"	38.18	258.00	8.73	8.73		
1"	24.40	526.00	17.79	26.51		
3/4"	19.85	214.00	7.24	33.75		
1/2"	12.78	285.00	9.84	43.39		
3/8"	8.53	321.00	10.96	54.24		
1/4"	6.95	325.00	4.23	58.47		
N° 64	4.76	103.00	3.45	61.82		
N° 80	2.98	69.00	2.33	64.26		
N° 100	2.00	86.00	3.31	67.87		
N° 150	1.19	158.00	5.34	72.81		OBSERVACIONES:
N° 200	0.84	147.00	4.97	77.68		
N° 30	0.99	85.00	2.87	80.78		
N° 40	0.82	83.00	2.33	82.89		
N° 50	0.30	69.00	2.33	85.22		
N° 60	0.18	102.00	3.45	88.67		
N° 100	0.15	125.00	4.23	92.80		
N° 200	0.07	79.00	2.64	95.54		
N° 250		132.00	4.46	100.00		
Peso Inicial	2957.00					

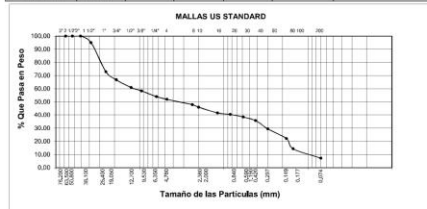


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 - NTP 338.128

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA EN RIO OLMOS, TRAMO BOCATOMA LA JULIANA - BOCATOMA IRRAFLORES, OLMOS-LAMBAYEQUE -2021
UBICACIÓN : DISTRITO OLMOS - PROVINCIA LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
FECHA : Sep-20
CALICATA : M-11 KM. 10+100

MUESTRA N°: M-11

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
3"	76.20					
2 1/2"	83.98					
2"	50.80			100.00		SP, arenas mal gradadas, con pocos finos.
1 1/2"	38.18	114.00	4.96	4.96		
1"	24.40	508.00	22.99	27.04		
3/4"	19.85	141.00	6.19	33.17		
1/2"	12.78	135.00	5.87	39.04		
3/8"	8.53	60.00	2.61	41.65		
1/4"	6.95	99.00	4.30	45.96		
N° 64	4.76	47.00	2.04	48.00		
N° 80	2.98	94.00	4.09	52.09		
N° 100	2.00	45.00	1.96	54.04		
N° 150	1.19	99.00	4.30	58.35		OBSERVACIONES:
N° 200	0.84	27.00	1.17	59.52		
N° 30	0.99	44.00	1.91	61.43		
N° 40	0.82	63.00	2.74	64.17		
N° 50	0.30	146.00	6.33	70.52		
N° 60	0.18	188.00	7.30	77.83		
N° 100	0.15	179.00	7.79	85.61		
N° 200	0.07	165.00	7.17	92.78		
N° 250		166.00	7.22	100.00		
Peso Inicial	2300.00					



ANEXO N° 11: PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS EN CUENCA APORTANTE AL TRAMO DE ESTUDIO.

La estación El Pueblo hace referencia a la estación que antes existía en la Bocatoma La Juliana.

PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA - EST. EL PUEBLO

1. PARAMETROS DE REACIONES DE FORMA DE LA CUENCA DE ESTUDIO

Área de una cuenca (Ac):	258,69 km ² ,	CENTROIDE	
Perímetro de la cuenca (P):	109,65 Km,	ESTE (X)	659419,566
Índice de Compacidad o Índice de Gravelious (K):	1,92	NORTE (Y)	9344861,470
$K = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}}$	1,92	ELEVACION (Z)	1782,812

Tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

Longitud Promedio de cuenca. (Paralela al Cauce Principal) Lc **40,55 Km,**

Ancho promedio de cuenca (w): $w = \frac{A_c}{L_c}$ **6,38 Km,**

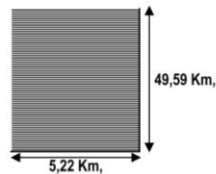
Factor de forma de una Cuenca (F): $F = \frac{A}{L^2}$ **0,157** Fue definido por Horton, como el cociente entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud del cauce principal

RECTANGULO EQUIVALENTE

A. Lado Mayor

$$L = \frac{K_c + \sqrt{\pi \cdot A}}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{4}{\pi \cdot K_c^2}} \right) \quad \mathbf{49,59 \text{ Km,}}$$

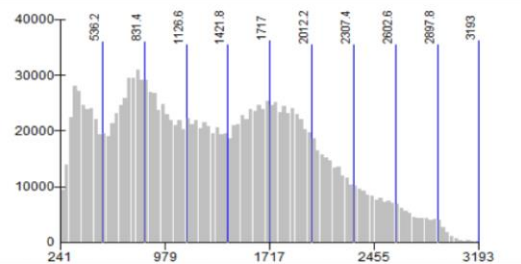
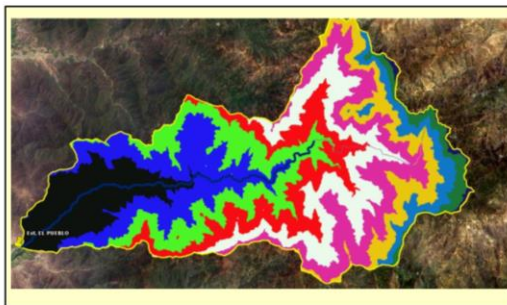
B. Lado Menor: $w = \frac{A_c}{L}$ **5,22 Km,**



Relación de elongación (R): $R = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$ **0,447**

Relación de circularidad (Rc): $Rc = \frac{4A\pi}{P^2}$ **0,270**

2. PARAMETROS DE RELIEVE DE LA CUENCA DE ESTUDIO



AREA ENTRE CURVAS PARA DETERMINAR LA CURVA HIPSOMETRICA

Nº	COTA MIN	COTA MAX	COTA PROMEDIO	Área Parcial (km ²)	Área Acumulada (km ²)	Área sobre la superficie (km ²)	Desviación ESTÁNDAR	Porcentaje de área entre C.N.	Porcentaje de área sobre C.N.
1	241	536	389	33,57	33,57	258,69	75,81	12,98%	100,00%
2	537	831	684	39,45	73,02	225,13	83,23	15,25%	87,02%
3	832	1126	979	37,46	110,48	185,67	85,45	14,48%	71,77%
4	1127	1421	1274	32,22	142,70	148,21	85,00	12,45%	57,29%
5	1422	1717	1570	35,51	178,20	116,00	84,48	13,73%	44,84%
6	1718	2012	1865	35,86	214,06	80,49	83,98	13,86%	31,11%
7	2013	2307	2160	22,12	236,19	44,63	84,22	8,55%	17,25%
8	2308	2602	2455	12,99	249,17	22,51	85,60	5,02%	8,70%
9	2603	2897	2750	7,70	256,87	9,52	86,59	2,97%	3,68%
10	2898	3193	3046	1,83	258,69	1,83	62,95	0,71%	0,71%

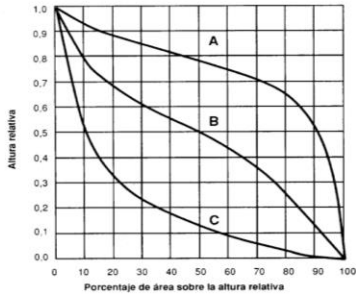
Fuente: Elaboración Propia.

258,69 km²,

100%

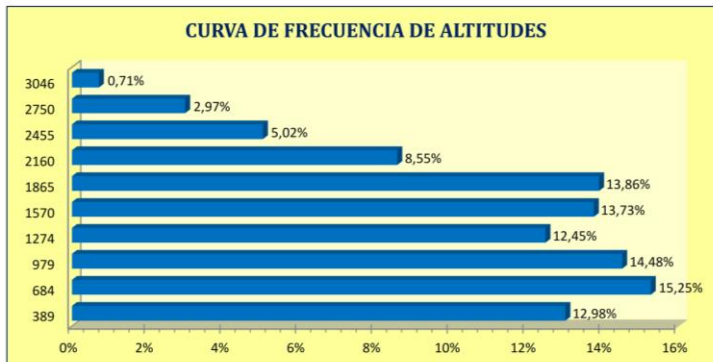
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA - EST. EL PUEBLO

A. CURVA HIPSOMÉTRICA:



Curva A: fase de juventud;
 Curva B: fase de madurez;
 Curva C: fase de vejez.

B. CURVA DE FRECUENCIA DE ALTITUDES:



C. ALTITUDES CARACTERÍSTICAS

Altitud media de la Cuenca: (Hm) **1447,00 msnm,**
 Altitud más frecuente: **684,00 msnm,**
 Altitud de Frecuencia media (Em): **1340,40 msnm,**

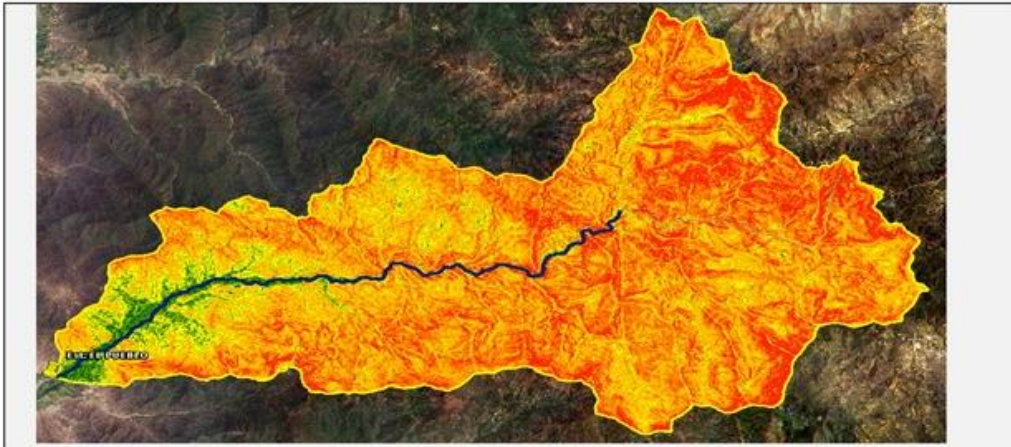
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA - EST. EL PUEBLO

D. PARÁMETROS DE RELIEVE

Pendiente Media De La Cuenca (SP)

Clasificación según la Pendiente

La clasificación de las pendientes se realizó en siete rangos, tomando como referencia el Anexo IV: Guía de Clasificación de los Parámetros Edáficos, del Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, aprobado por D.S. N° 017-2009/AG, cuya distribución espacial se aprecia en el mapa respectivo, simbolizado por colores característicos. La siguiente tabla detalla los rangos de pendiente.



CUADRO DE CLASIFICACION DE PENDIENTES DE LA CUENCA DE ESTUDIO

Nº	RANGO DE PENDIENTE %	DISCRIPCIÓN	Nº OCURENCIAS	AREA (km2)	PENDIENTE MEDIA (%)	DESVIACION ESTANDAR	% DE AREA
1	00 - 04	Nula o casi a nivel	17822	2,78	2,50	1,44	1,08%
2	04 - 08	Ligeramente inclinada	34675	5,42	6,12	1,25	2,09%
3	08 - 15	Ligeramente inclinada a moderadamente empinada	62326	9,74	11,65	1,96	3,76%
4	15 -25	Moderadamente empinada	136083	21,29	20,30	2,86	8,23%
5	25 - 50	Empinada	625289	97,71	38,51	7,06	37,77%
6	50 - 75	Muy empinada	550322	85,99	61,02	6,94	33,24%
7	>75	Extremadamente empinada	228857	35,76	92,33	19,62	13,82%
			1655374	258,69 km2,	49,86		100,00%

Fuente: Elaboración Propia - Arcgis 10.4.1 - Raster 12.5m

Entonces tenemos una pendiente media de Cuenca equivalente a:

49,86 %

(M - PENDIENTE UNIFORME) Pendiente Media del cauce principal (SC):

62,6 m/km \cong **6,26%** \rightarrow **0,063 m/m,**

(M - COMPENSACION DE AREAS) Pendiente Media del cauce principal (SC):

44,1 m/km \cong **4,41%** \rightarrow **0,044 m/m,**

(M - ECUACIÓN DE TAYLOR Y SCHWARZ) Pendiente Media del cauce principal (SC):

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2$$

n (tramos) = **12**

Long. Tramo = **3,15 Km,**

$$\sum \left(\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_{12}}} \right) = **63,879**$$

n = número de tramos iguales, en los cuales se subdivide el perfil

35,3 m/km \cong **3,53%** \rightarrow **0,035 m/m,**

S_1, S_2, \dots, S_n = pendiente de cada tramo, según $S = \frac{H}{L}$

De los Tres Metodo calculados Elegimos el de Taylor y Schwarz

S = pendiente media del cauce

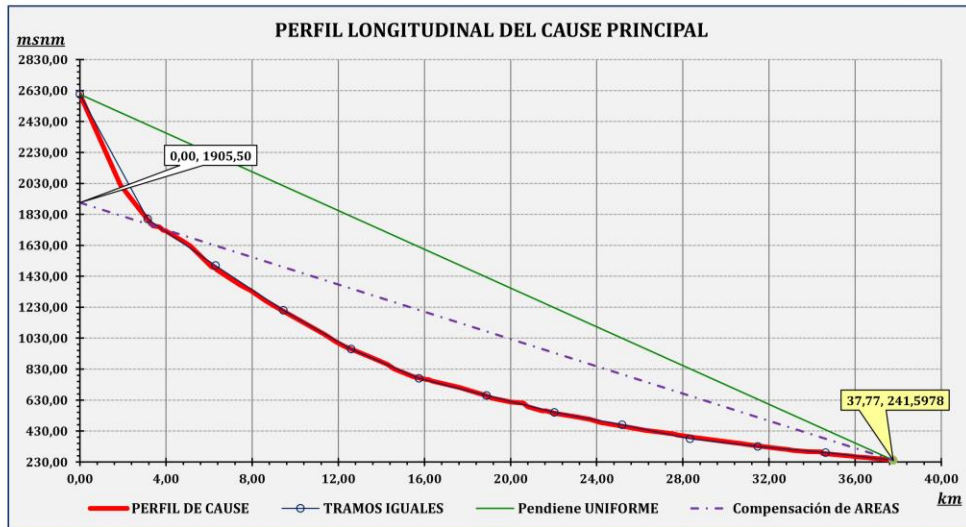
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA - EST. EL PUEBLO

Indice de pendiente de cuenca (IP)	$I_p = \left(\frac{H_M - H_m}{1000L_c} \right)^{0.5}$	10,94
Indice de pendiente gloval de la cuenca (I _g)	$I_g = \frac{(H_5 - H_{95})}{L}$	43,76
Coefficiente de masividad (CM)	$C_m = \frac{H_m}{A}$	0,006
Coefficiente Orografico (CO)	$C_o = \frac{H_m^2}{A}$	0,008

Cuenca con relieve SUAVE con bajo Nivel de degradación.

3. PARÁMETROS DE LA RED HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA DE ESTUDIO

Longitud del Cauce Principal	37,77 Km,	Cotas Referenciales pendiente Media	
Cota Inicial Cauce Principal	2605,50 msnm,	Max	1905,50 msnm,
Cota Final Cauce Principal	241,60 msnm,	Min	241,60 msnm,



Fuente: Elaboracion propia.

A. ESTRUCTURA DE LA RED DE DRENAJE

	ORDEN DE RED HIDRICA	Nº DE CAUCES POR ORDEN	Nº DE OCURRENCIAS	Longitud (km)	Pendiente Media (%)	(Nº OCUR.) * PEND
RIOS	Orden 1	225	225	<i>155,11 Km,</i>	25,38	<i>5711,41</i>
	Orden 2	99	99	<i>75,30 Km,</i>	15,23	<i>1508,07</i>
	Orden 3	49	49	<i>28,65 Km,</i>	11,69	<i>572,71</i>
	Orden 4	29	29	<i>18,21 Km,</i>	8,96	<i>259,83</i>
	Orden 5	45	45	<i>25,24 Km,</i>	2,93	<i>132,02</i>
	Orden 6	0	0	<i>0,00 Km,</i>	0,00	<i>0,00</i>
		447,00	447,00	<i>302,51 Km,</i>		<i>8184,04</i>

Longitud Total de Cauces (L₀) **302,51 Km,**

Numero de rios según los grados (Nº Rios) **5**

Pendiente Media de la Red Hidrica 18,31 % = 0,183 m/m,

Densidad de drenaje (D_d): $D_d = \frac{L_T}{A}$ 1,17 **Normal Drenaje**

L_T: Longitud total de Cauces

A: Área de la cuenca

Constantes de estabilidad del Río (C): $C = \frac{A}{L_T} = \frac{1}{D}$ **0,86**

ANEXO N° 12: ANEXO HIDROLÓGICO

FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS.

Un sistema hidrológico es afectado eventualmente por eventos extremos, tales como tormentas severas, crecientes, etc. La magnitud de este evento extremo está relacionada con su frecuencia de ocurrencia mediante una distribución de probabilidades.

Los métodos estadísticos se apoyan en la existencia de series de datos de caudales en el lugar de interés, las cuales son sometidas a un análisis de frecuencias. Esto implica efectuar ajustes de varias distribuciones teóricas a una determinada muestra, para comparar y concluir cuál de ellas se aproxima mejor a la distribución empírica.

Existen dos tipos de función de frecuencias, la función de frecuencia relativa y la función de frecuencia acumulada.

De la función de frecuencia relativa se obtiene la Función Densidad de Probabilidad ($f(x)$) y la función de frecuencia acumulada, se convierte en Función de Distribución de Probabilidad ($F(x)$).

FUNCIÓN DE PROBABILIDAD TEÓRICA.

Existe una serie de fórmulas de la probabilidad teórica y se han propuesto numerosos métodos empíricos.

Si n es el total de valores y m es el rango de un valor en una lista ordenada de menor a mayor ($m = 1$ para el valor menor) la probabilidad de excedencia se puede obtener por medio de las siguientes expresiones:

California
$$P(x) = \frac{m}{n}$$

Weibull
$$P(x) = \frac{m}{n+1}$$

Hazen
$$P(x) = \frac{2m-1}{2n}$$

Siendo la expresión de Weibull, un término medio con la mejor justificación estadística y es la más utilizada.

Esta distribución debe graficarse, conjuntamente con la Función de Distribución de Probabilidad, para determinar visualmente como se ajustan estas dos funciones.

Para un cálculo más analítico, se debe determinar la máxima diferencia entre la Función de Distribución de Probabilidad obtenida con los datos y de la Función de la Probabilidad Teórica.

$$\Delta = \max(P_o(x) - P(x)).$$

Donde:

Δ : Máxima diferencia entre la Función de Distribución de Probabilidad y la Función de Probabilidad Teórica.

$P_o(x)$: Función de Distribución de Probabilidades de la muestra.

$P(x)$: Función de Probabilidades teórica.

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD PARA VARIABLES HIDROLÓGICAS.

A continuación, se muestran una cantidad de distribuciones de probabilidad comúnmente utilizadas para variables hidrológicas, siendo estas:

1. Distribución Normal o Distribución de Dos Parámetros o de Gauss.
2. Distribución Log Normal de dos Parámetros.
3. Distribución Log Normal de tres parámetros.
4. Distribución Gumbel o Extremo Tipo I
5. Distribución de Log Pearson Tipo III.
6. Distribución gamma de 2 ó 3 parámetros

ANÁLISIS DE FRECUENCIA.

El análisis de frecuencia de la precipitación máxima diaria fue realizado para diferentes distribuciones probabilísticas, comprobando la prueba de bondad de ajuste por el método Kolmogorov - Simirnov.

La siguiente figura muestra las diferentes pruebas de distribución estadística, las que se categorizan a menores valores, mejor ajuste. El análisis se ha realizado teniendo como apoyo la aplicación del software Hydrognomon.

A continuación, se presenta los cuadros resumen de las estaciones que presentan influencia en la cuenca media y alta y que representan influencia sobre el área de estudio.

Tabla 48. Resultado prueba de bondad de ajuste – Est. Porculla

Distribución	D _{máx}	D crítico	Ajuste	Observación
Normal	0.108	0.290	Bueno	Presenta el menor D _{máx}
LogNormal	0.070	0.290	Bueno	
Pearson III	0.060	0.290	Bueno	
Log Pearson III	0.080	0.290	Bueno	
Gamma	0.069	0.290	Bueno	
EV1-Max (Gumbel)	0.074	0.290	Bueno	

Fuente: Resultado Hydrognomon

Elaboración: Propia

Tabla 49. Resultado prueba de bondad de ajuste – Est Olmos

Distribución	D _{máx}	D crítico	Ajuste	Observación
Normal	0.200	0.260	Bueno	Presenta el menor D _{máx}
LogNormal	0.127	0.260	Bueno	
Pearson III	0.139	0.260	Bueno	
Log Pearson III	0.122	0.260	Bueno	
Gamma	0.121	0.260	Bueno	
EV1-Max (Gumbel)	0.154	0.260	Bueno	

Fuente: Resultado Hydrognomon

Elaboración: Propia

En los gráficos anteriores se puede apreciar la función que presenta un comportamiento más uniforme y real, es la función de las Distribuciones. De acuerdo al análisis de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov. Se concluye que las Funciones de Distribución de mejor ajuste es Pearson III en la estación Porculla y Gamma en la estación Olmos.

Tabla 50. Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno – Est Porculla

Periodo de Retorno (años)	2	10	20	25	50	100	200	500	1000	10000
Precipitación Máxima en 24 horas (mm)	28.86	45.78	53.15	55.60	63.52	71.97	81.04	94.10	104.88	147.33

Fuente: Hydrognomon

Elaboración: Propia

Tabla 51. Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno – Est Olmos

Periodo de Retorno (años)	2	10	20	25	50	100	200	500	1000	10000
Precipitación Máxima en 24 horas (mm)	39.55	96.92	119.47	126.60	148.42	169.88	191.07	218.74	239.48	307.50

Fuente: Hydrognomon

Elaboración: Propia

MODELACIÓN HIDROLÓGICA CON HEC - HMS

El HEC-HMS es un programa computacional del sistema de modelación hidrológica del cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos de Norteamérica, tiene un avance significativo en términos de computación e ingeniería hidrológica. Este programa simula los procesos de precipitación – escurrimiento y procesos de tránsito de avenidas.

Para el funcionamiento del programa, deberá tomarse en consideración lo siguiente:

La ejecución de una simulación, llamada comúnmente “run”, requiere la especificación de tres conjuntos de datos. El primero denominado Modelo de Cuenca, que contiene parámetros y la conectividad de datos para los elementos hidrológicos. Los tipos de elementos son: Subcuencas, tránsito a lo largo de cauces, convergencias, reservorios, fuentes, ramas y sumideros.

El segundo conjunto de datos, denominado Modelo Meteorológico, consiste en ingresar datos meteorológicos e información requerida para dicho proceso. El modelo puede representar condiciones históricas o hipotéticas.

Finalmente, el tercer conjunto de datos, denominado Especificaciones del control, señala el tiempo relacionado con la información para una simulación. Un proyecto puede contener diferentes conjuntos de datos y puede contener varios de cada tipo.

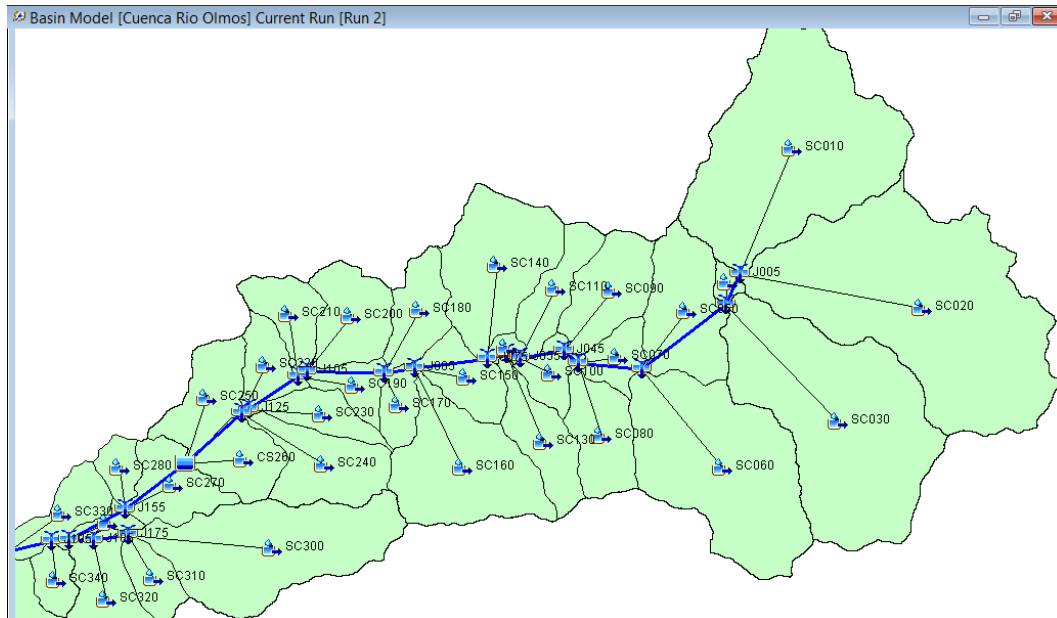


Figura 42. Estructura del modelo Hidrológico Hec Hms

El modelo HEC-HMS permite alimentar de información a cada elemento mediante formularios interactivos con sólo hacer doble clic sobre el icono de cada uno de ellos.

Para elaborar el modelo de la cuenca de la quebrada río Olmos, será necesario alimentar de información a las subcuencas que lo conforman, como son sus respectivos parámetros fisiográficos, y los modelos a aplicar en cada subcuenca.

Los modelos utilizados para este caso en particular fueron los siguientes:

Modelo de pérdida de agua: Modelo del número de curva (SCS Curve Number).

Modelo de transformación: Modelo de Lag.

Modelo de flujo base: Si fue considerado.

Para el modelo SCS o número de curva, se necesita conocer básicamente el tipo de cobertura que tiene la cuenca y el tipo de suelo relacionado al grado de infiltración que poseen.

Tabla 52. Características Subcuencas con influencia en el proyecto

N°	UH	Area km ²	Long_CP (Km)	Pendiente Media		Tiempo Retardo (min) Lag	Tiempo de concentracio n	CN Normal	CN Humeda	IA (mm)
				Cauce (m/m)	Cuenca (%)					
1	SC010	32.75	9.51	12.3%	58.6%	30.30	0.84 Hrs.	81.5	91.02	5.01
2	SC020	42.99	13.17	14.7%	59.0%	36.39	1.01 Hrs.	81.3	90.91	5.08
3	SC030	31.77	10.99	17.7%	54.7%	29.48	0.82 Hrs.	82.1	91.34	4.82
4	SC040	0.84	1.07	6.3%	48.0%	7.34	0.20 Hrs.	80.6	90.53	5.32
5	SC050	10.14	4.23	4.8%	57.2%	23.34	0.65 Hrs.	80.1	90.25	5.49
6	SC060	24.16	9.26	16.5%	54.0%	26.52	0.74 Hrs.	82.0	91.29	4.85
7	SC070	3.02	2.41	4.0%	49.2%	16.19	0.45 Hrs.	81.1	90.80	5.15
8	SC080	6.51	4.75	24.2%	55.0%	13.69	0.38 Hrs.	81.1	90.80	5.15
9	SC090	7.31	5.12	21.9%	48.8%	15.07	0.42 Hrs.	81.1	90.80	5.15
10	SC100	2.91	2.24	4.1%	48.0%	15.17	0.42 Hrs.	81.1	90.80	5.15
11	SC110	4.59	5.30	12.8%	41.1%	19.03	0.53 Hrs.	81.1	90.80	5.15
12	SC120	0.80	1.21	2.8%	49.7%	11.04	0.31 Hrs.	81.1	90.80	5.15
13	SC130	5.94	5.68	22.4%	52.1%	16.17	0.45 Hrs.	81.1	90.80	5.15
14	SC140	13.14	6.07	13.4%	41.4%	20.78	0.58 Hrs.	74.9	87.28	7.40
15	SC150	4.76	2.91	2.8%	39.1%	21.62	0.60 Hrs.	70.4	84.54	9.29
16	SC160	14.47	7.46	19.2%	51.9%	21.19	0.59 Hrs.	73.2	86.27	8.09
17	SC170	2.70	2.58	27.1%	36.1%	8.18	0.23 Hrs.	74.2	86.87	7.68
18	SC180	5.06	4.93	13.6%	43.4%	17.58	0.49 Hrs.	74.2	86.87	7.68
19	SC190	2.91	3.05	2.2%	26.2%	24.54	0.68 Hrs.	74.2	86.87	7.68
20	SC200	6.70	5.06	10.5%	37.9%	19.79	0.55 Hrs.	74.2	86.87	7.68
21	SC210	4.51	4.06	14.3%	40.2%	14.86	0.41 Hrs.	74.2	86.87	7.68
22	SC220	3.72	2.30	2.2%	23.7%	19.78	0.55 Hrs.	74.2	86.87	7.68
23	SC230	3.73	5.10	13.4%	29.9%	18.16	0.50 Hrs.	74.2	86.87	7.68
24	SC240	7.92	5.47	18.1%	42.7%	17.07	0.47 Hrs.	74.2	86.87	7.68
25	SC250	6.03	5.19	7.3%	22.9%	23.22	0.65 Hrs.	74.2	86.87	7.68
26	SC260	5.07	2.74	1.4%	27.1%	27.23	0.76 Hrs.	74.2	86.87	7.68
27	SC270	5.65	2.41	1.3%	21.6%	24.90	0.69 Hrs.	74.2	86.87	7.68
28	SC280	2.15	2.45	11.9%	22.4%	10.80	0.30 Hrs.	69.5	83.98	9.69
29	SC290	1.16	2.12	1.5%	4.3%	21.69	0.60 Hrs.	74.2	86.87	7.68
30	SC300	19.39	9.88	11.3%	38.2%	32.22	0.90 Hrs.	70.0	84.29	9.47
31	SC310	3.20	2.83	3.6%	27.8%	19.23	0.53 Hrs.	70.0	84.29	9.47
32	SC320	7.65	4.88	10.2%	25.8%	19.51	0.54 Hrs.	70.0	84.29	9.47
33	SC330	4.74	2.93	3.3%	9.4%	20.22	0.56 Hrs.	69.5	83.98	9.69
34	SC340	2.44	2.51	16.2%	23.7%	9.77	0.27 Hrs.	69.5	83.98	9.69
35	SC350	11.60	6.40	8.3%	15.6%	26.05	0.72 Hrs.	69.5	83.98	9.69
36	SC360	26.77	11.01	9.4%	28.5%	37.61	1.04 Hrs.	70.9	84.86	9.07

Fuente: Arcgis 10.5

Elaboración: Propia

MODELO METEOROLÓGICO

El modelo meteorológico consiste en definir la tormenta de diseño que será utilizada en la simulación de la relación precipitación - escorrentía, para cada una de las subcuencas. Es conocido que las precipitaciones que se presentan en la zona no tienen una duración permanente durante el día.

Para determinar la tormenta de diseño, se utilizó el método de bloques alternos.

HIETOGRAMA DE DISEÑO

En los métodos de diseño en hidrología debe existir la consideración sobre la distribución temporal de la precipitación, el hietograma. Debido a que no se cuentan con datos de tormentas en la zona, es necesario generar los hietogramas de diseño. Para generar los hietogramas se procedió a distribuir temporalmente la lluvia, luego se hallaron las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) y finalmente se crearon los hietogramas de diseño mediante el método del bloque alterno.

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA LLUVIA

El manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones específica para el cálculo de las Curvas Intensidad, Duración y Frecuencia que: para el caso de duraciones de tormentas menores a un día o no se cuente con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas, éstas pueden ser calculadas mediante la metodología de Frederich C. Bell que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas.

La expresión es la siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde:

- t : duración en minutos
 T : periodo de retorno en años
 P_t^T : precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años
 P_{60}^{10} : precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

La intensidad se halla dividiendo la precipitación P_d entre la duración d . Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Dónde:

I : Intensidad máxima (mm/h).

K, m, n : Factores característicos de la zona de estudio.

T : Período de retorno (años).

t : Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

CURVA INTENSIDAD DURACIÓN – CON FEN

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno. Junto con la definición de las curvas, surgen otros elementos a considerar, como son la intensidad de precipitación, la frecuencia o la probabilidad de excedencia de un determinado evento. Por ello, es de suma importancia tener claro el concepto de cada una de estas variables, para tener una visión más clara de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia.

El valor de P_{10}^{60} , puede ser calculado a partir del modelo de **Yance Tueros**, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

$$\rightarrow I = aP_{24}^b$$

I : intensidad máxima, en mm/h

a, b : parámetros del modelo.

Es importante señalar, que cuando sólo se dispone de un pluviómetro en una estación, es evidente que, en general, sólo se podrá conocer la intensidad media en 24 horas. Como se comprenderá, esta información puede inducir a grandes errores por defecto, por cuanto las lluvias de corta duración son, en general, las más intensas. Es natural entonces que las determinaciones de intensidades de lluvia se hagan a partir de los registros proporcionados por los pluviógrafos

En el presente informe se presenta los datos de la curva IDF y Histograma de La estación Olmos.

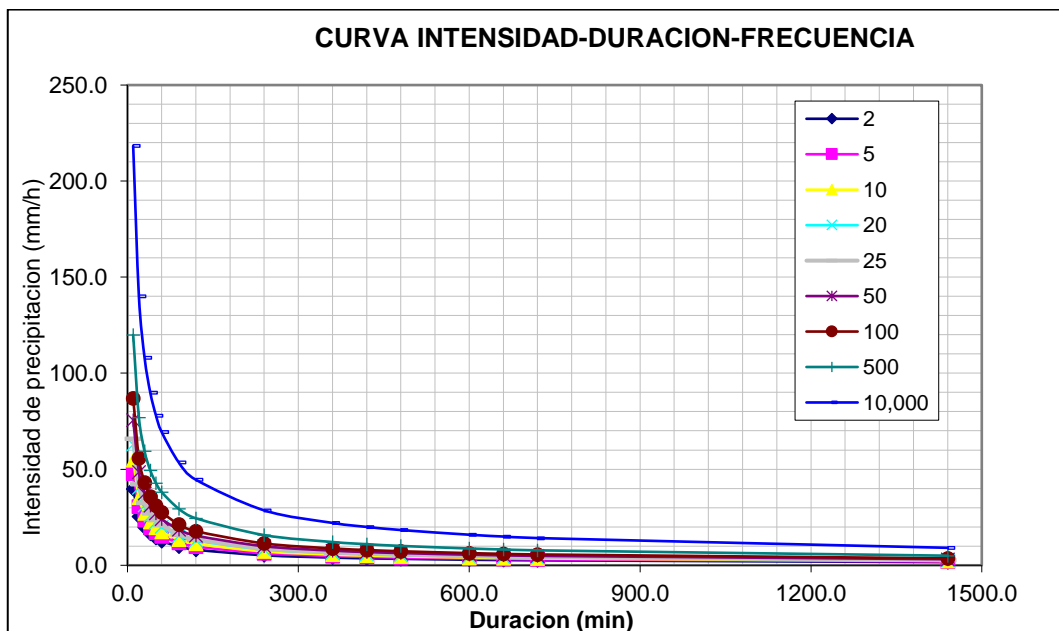


Figura 43. Curva Intensidad Duración Frecuencia IDF. Estación Porculla

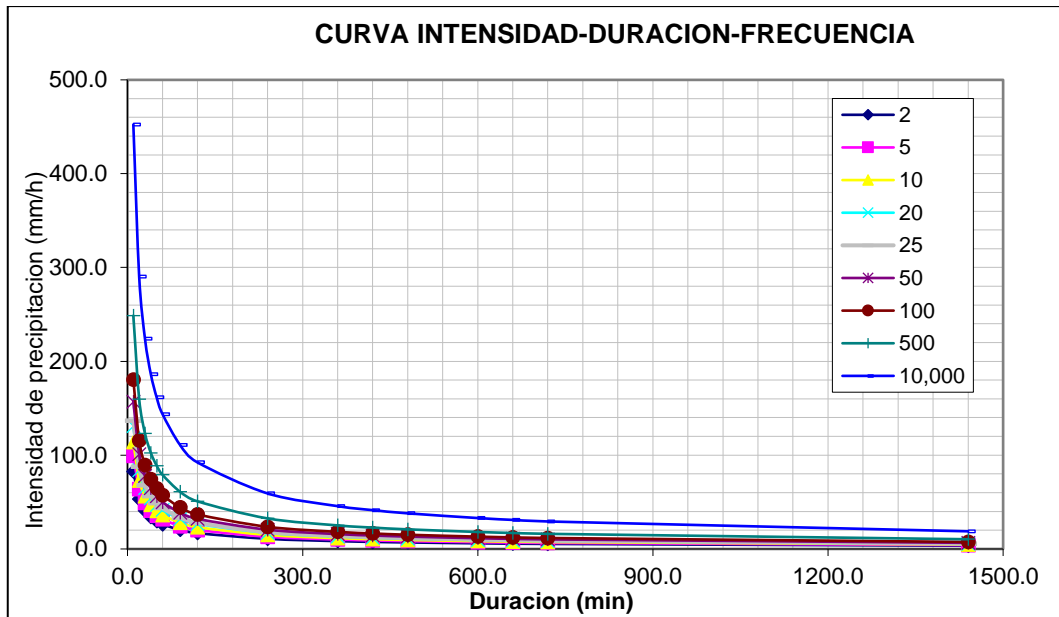


Figura 44. Curva Intensidad Duración Frecuencia IDF. Estación Olmos

MÉTODO BLOQUE ALTERNO

A partir de las curvas IDF se desarrollan los hietogramas de diseño utilizando el Método del Bloque Alterno, el cual especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n\Delta t$. Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración.

Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad y de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo. Estos incrementos o bloques se ordenan de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida y que los demás bloques queden en forma descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

Tabla 53. Histograma de tormentas diseño – Estación Porculla

T (min)	PERIODO DE RETORNO (años)							
	TR-2	TR-10	TR-25	TR-50	TR -100	TR - 500	TR -1000	TR-10000
60	0.604	0.834	1.001	1.15	1321	1.823	2.094	3.319
120	0.64	0.883	1.06	1.218	1399	1.93	2.217	3.514
180	0.681	0.939	1.128	1.296	1489	2.054	2.36	3.74
240	0.73	1.007	1.209	1.389	1596	2.202	2.529	4.009
300	0.789	1.088	1.307	1.501	1725	2.38	2.733	4.332
360	0.862	1.189	1.428	1.64	1884	2.6	2.986	4.733
420	0.955	1.317	1.582	1.817	2.088	2.881	3.309	5.244
480	1.079	1.489	1.788	2.054	2360	3.256	3.74	5.927
540	1.255	1.732	2.081	2.39	2.745	3.788	4.351	6.897
600	1.532	2.114	2.539	2.916	3.35	4.622	5.31	8.416
660	2.05	2.828	3.397	3.903	4.483	6.185	7.105	11.261
720	3.584	4.945	5.94	6.823	7.838	10.814	12.423	19.689
780	12.632	17.429	20.935	24.048	27.624	38.114	43.782	69.392
840	2.551	3.52	4.228	4.857	5.579	7.698	8.842	14.015
900	1.743	2.405	2.889	3.318	3.812	5.259	6.041	9.575
960	1.376	1.899	2.281	2.62	3.009	4.152	4.77	7.56
1020	1.159	1.599	1.92	2.206	2.534	3.496	4.016	6.365
1080	1.012	1.396	1.677	1.927	2213	3.053	3.507	5.559
1140	0.905	1.249	1.5	1.723	1979	2.731	3.137	4.972
1200	0.823	1.136	1.364	1.567	1800	2.483	2.853	4.521
1260	0.758	1.045	1.256	1.442	1657	2.286	2.626	4.162
1320	0.704	0.972	1.167	1.341	1540	2.125	2.441	3.869
1380	0.659	0.91	1.093	1.255	1442	1.99	2.286	3.623
1440	0.621	0.857	1.03	1.183	1359	1.875	2.153	3.413

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Elaboración propia

Tabla 54. Histograma de tormentas diseño – Estación Olmos

T (min)	PERIODO DE RETORNO (años)							
	TR-2	TR-10	TR-25	TR-50	TR -100	TR - 500	TR -1000	TR-10000
60	1.253	1.728	2.075	2.383	2.736	3.773	4.334	6.863
120	1.326	1.829	2.196	2.522	2.897	3.995	4.587	7.265
180	1.412	1.947	2.338	2.685	3.084	4.252	4.883	7.734
240	1.513	2.087	2.506	2.878	3.305	4.557	5.234	8.288
300	1.636	2.255	2.708	3.11	3.572	4.925	5.657	8.958
360	1.787	2.464	2.959	3.398	3.902	5.381	6.18	9.787
420	1.98	2.731	3.279	3.765	4.324	5.963	6.848	10.845
480	2.238	3.086	3.706	4.256	4.887	6.74	7.74	12.257
540	2.604	3.591	4.312	4.952	5.687	7.843	9.007	14.263
600	3.178	4.383	5.262	6.043	6.94	9.571	10.991	17.407
660	4.253	5.865	7.043	8.088	9.288	12.808	14.71	23.295
720	7.438	10.257	12.316	14.144	16.244	22.4	25.725	40.739
780	26.238	36.182	43.445	49.894	57.299	79.015	90.743	143.706
840	5.294	7.3	8.765	10.066	11.56	15.942	18.308	28.993
900	3.616	4.987	5.988	6.876	7.897	10.89	12.506	19.806
960	2.855	3.937	4.727	5.428	6.234	8.597	9.873	15.635
1020	2.403	3.314	3.98	4.57	5.249	7.238	8.312	13.163
1080	2.099	2.894	3.475	3.991	4.584	6.321	7.259	11.496
1140	1.877	2.589	3.108	3.57	4.099	5.653	6.492	10.281
1200	1.707	2.354	2.826	3.246	3.728	5.14	5.903	9.349
1260	1.571	2.167	2.602	2.988	3.432	4.732	5.435	8.607
1320	1.46	2.014	2.418	2.777	3.189	4.398	5.051	7.999
1380	1.368	1.886	2.264	2.6	2.986	4.118	4.73	7.49
1440	1.288	1.777	2.133	2.45	2.814	3.88	4.456	7.057

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Elaboración propia

Estos hietogramas serán utilizados de acuerdo a los requerimientos necesarios para el diseño hidráulico y modelamiento fluvial.

ANEXO N° 13: CALCULO DE ANCHO ESTABLE

- Petits**

Tabla 55. Método de Petits

METODO DE PETITS		B =	4.44 Q ^{0.5}
Datos:			
Q ₁ =	1022.00	Caudal sin proyecto 1 (m ³ /s)	
Q ₂ =	950.00	Caudal sin proyecto 2 (m ³ /s)	
Reemplazando dato:			
B ₁ =	141.94	m.	
B ₂ =	136.85	m.	

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 56. Resultado de método de Petits

Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)
9+600	1022.00	100.88	7+000	950.00	97.00	4+650	950.00	97.00
8+700	1022.00	100.88	6+600	950.00	97.00	4+625	950.00	97.00
8+650	1022.00	100.88	5+850	950.00	97.00	4+600	950.00	97.00
8+600	1022.00	100.88	5+825	950.00	97.00	4+575	950.00	97.00
8+550	1022.00	100.88	5+800	950.00	97.00	4+550	950.00	97.00
8+500	1022.00	100.88	5+750	950.00	97.00	4+525	950.00	97.00
8+450	1022.00	100.88	5+600	950.00	97.00	3+600	950.00	97.00
8+400	1022.00	100.88	5+525	950.00	97.00	3+575	950.00	97.00
8+000	1022.00	100.88	5+500	950.00	97.00	3+550	950.00	97.00
7+950	1022.00	100.88	5+475	950.00	97.00	3+525	950.00	97.00
7+900	1022.00	100.88	5+450	950.00	97.00	3+500	950.00	97.00
7+850	950.00	97.00	5+000	950.00	97.00	2+700	950.00	97.00
7+800	950.00	97.00	4+950	950.00	97.00	2+675	950.00	97.00
7+750	950.00	97.00	4+925	950.00	97.00	2+650	950.00	97.00
7+600	950.00	97.00	4+900	950.00	97.00	2+625	950.00	97.00
7+125	950.00	97.00	4+875	950.00	97.00	2+600	950.00	97.00
7+100	950.00	97.00	4+700	950.00	97.00	2+575	950.00	97.00
7+050	950.00	97.00	4+675	950.00	97.00	1+600	950.00	97.00

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

- **Método de Simons y Henderson**

Considerando la situación más desfavorable, siguiendo la siguiente ecuación:

Tabla 57. Método de Simons y Henderson

METODO DE SIMONS Y HENDERSON		$B = K_1 Q^{1/2}$
Datos:		
CONDICIONES DE FONDO DE RÍO		K_1
Fondo y orillas de arena		5.70
Fondo arena y orillas de material cohesivo		4.20
Fondo y orillas de material cohesivo		3.60
Fondo y orillas de grava		2.90
Fondo arena y orillas material no cohesivo		2.50
		$K_1 =$ 2.90
$Q_1 =$	1022.00	Caudal sin proyecto 1 (m ³ /s)
$Q_2 =$	950.00	Caudal sin proyecto 2 (m ³ /s)
$B =$	Ancho Estable del Cauce (m)	
$B_1 =$	92.71	m.
$B_2 =$	89.38	m.

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 58. Resultado de método de Simons y Henderson

Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)
9+600	1022.00	92.71	7+000	950.00	89.38	4+650	950.00	89.38
8+700	1022.00	92.71	6+600	950.00	89.38	4+625	950.00	89.38
8+650	1022.00	92.71	5+850	950.00	89.38	4+600	950.00	89.38
8+600	1022.00	92.71	5+825	950.00	89.38	4+575	950.00	89.38
8+550	1022.00	92.71	5+800	950.00	89.38	4+550	950.00	89.38
8+500	1022.00	92.71	5+750	950.00	89.38	4+525	950.00	89.38
8+450	1022.00	92.71	5+600	950.00	89.38	3+600	950.00	89.38
8+400	1022.00	92.71	5+525	950.00	89.38	3+575	950.00	89.38
8+000	1022.00	92.71	5+500	950.00	89.38	3+550	950.00	89.38
7+950	1022.00	92.71	5+475	950.00	89.38	3+525	950.00	89.38
7+900	1022.00	92.71	5+450	950.00	89.38	3+500	950.00	89.38
7+850	950.00	89.38	5+000	950.00	89.38	2+700	950.00	89.38
7+800	950.00	89.38	4+950	950.00	89.38	2+675	950.00	89.38
7+750	950.00	89.38	4+925	950.00	89.38	2+650	950.00	89.38

Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho Estable (m)
7+600	950.00	89.38	4+900	950.00	89.38	2+625	950.00	89.38
7+125	950.00	89.38	4+875	950.00	89.38	2+600	950.00	89.38
7+100	950.00	89.38	4+700	950.00	89.38	2+575	950.00	89.38
7+050	950.00	89.38	4+675	950.00	89.38	1+600	950.00	89.38

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

- **Método de Manning y Strickler**

Este método incluye a la rugosidad (n), tipo de material (k) y de cauce (m)

Tabla 59. Método de Manning y Strickler

METODO DE MANNING Y STRICKLER	
B =	$(Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$
Q =	Caudal sin proyecto (m ³ /s)
S =	Pendiente Tramo Obra
n =	Coefficiente de rugosidad de Manning
K =	Coefficiente Material del Cauce
m =	Coefficiente de Tipo de Río
Valores rugosidad de Manning (n)	n
Cauce con fondo solido sin irregularidades	0.025
Cauces de río con acarreo irregular	0.030 - 0.029
Cauces de Ríos con Vegetación	0.033 - 0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	0.033
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	0.040 - 0.036
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	0.045 - 0.050
Valor propio adoptado por Limerinos	Método de Cowan
Descripción	K
Material de cauce muy resistente	3 a 4
Material fácilmente erosionable	16 a 20
Material aluvial	6 a 12
Valor practico	10
Descripción	m
Para ríos de montaña	1.00
Para cauces arenosos	0.70
Para cauces aluviales	0.50

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

El valor de pendiente se ha determinado a partir de cotas de información batimétrica del cauce del río Olmos. El desnivel de cotas del cauce del río Olmos para secciones de kilómetros consecutivas divididas entre la longitud nos permitirá obtener la pendiente para el tramo de estudio.

Tabla 60. Datos de campo de parámetros altimétricos del río Olmos / tramo entre Bocatoma Miraflores y Bocatoma La Juliana

PROGRESIVA (Km)	COTAS (msnm)			PROFUNDIDAD (m)		PENDIENTE
	RASANTE DEL RÍO	MARGEN IZQUIERDO	MARGEN DERECHO	MARGEN IZQUIERDO	MARGEN DERECHO	
0+600	148	151	151	3	3	-
1+600	153	156	156	3	3	0.50%
2+600	156	159	159	3	3	0.30%
3+600	159	162	162	3	3	0.30%
4+600	172	175	175	3	3	1.30%
5+600	180	183	183	3	3	0.80%
6+600	186	189	189	3	3	0.60%
7+600	176	179	179	3	3	-1.00%
8+600	190	193	193	3	3	1.40%
9+600	213	216	216	3	3	2.30%

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

Tabla 61. Resultado del método de Manning y Strickler

Progresiva (Km)	S	n	K	m	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	S	n	K	m	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	S	n	K	m	Ancho Estable (m)
9+600	0.023	0.0717	10	0.7	118.41	7+000	0.008	0.0603	10	0.7	130.18	4+650	0.013	0.0602	10	0.7	118.04
8+700	0.014	0.0615	10	0.7	121.83	6+600	0.006	0.0603	10	0.7	137.89	4+625	0.013	0.0602	10	0.7	118.04
8+650	0.014	0.0615	10	0.7	121.83	5+850	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	4+600	0.013	0.0602	10	0.7	118.04
8+600	0.014	0.0615	10	0.7	121.83	5+825	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	4+575	0.013	0.0602	10	0.7	118.04
8+550	0.014	0.0615	10	0.7	121.83	5+800	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	4+550	0.013	0.0602	10	0.7	118.04
8+500	0.014	0.0615	10	0.7	121.83	5+750	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	4+525	0.013	0.0602	10	0.7	118.04
8+450	0.014	0.0615	10	0.7	121.83	5+600	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	3+600	0.003	0.0584	10	0.7	156.07
8+400	0.014	0.0615	10	0.7	121.83	5+525	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	3+575	0.003	0.0584	10	0.7	156.07
8+000	0.010	0.0604	10	0.7	129.23	5+500	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	3+550	0.003	0.0584	10	0.7	156.07
7+950	0.010	0.0604	10	0.7	129.23	5+475	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	3+525	0.003	0.0584	10	0.7	156.07
7+900	0.010	0.0604	10	0.7	129.23	5+450	0.008	0.0602	10	0.7	130.08	3+500	0.003	0.0584	10	0.7	156.07
7+850	0.010	0.0604	10	0.7	124.59	5+000	0.013	0.0602	10	0.7	118.04	2+700	0.003	0.0592	10	0.7	157.05
7+800	0.010	0.0604	10	0.7	124.59	4+950	0.013	0.0602	10	0.7	118.04	2+675	0.003	0.0592	10	0.7	157.05
7+750	0.010	0.0604	10	0.7	124.59	4+925	0.013	0.0602	10	0.7	118.04	2+650	0.003	0.0592	10	0.7	157.05
7+600	0.010	0.0604	10	0.7	124.59	4+900	0.013	0.0602	10	0.7	118.04	2+625	0.003	0.0592	10	0.7	157.05
7+125	0.008	0.0603	10	0.7	130.18	4+875	0.013	0.0602	10	0.7	118.04	2+600	0.003	0.0592	10	0.7	157.05
7+100	0.008	0.0603	10	0.7	130.18	4+700	0.013	0.0602	10	0.7	118.04	2+575	0.003	0.0592	10	0.7	157.05
7+050	0.008	0.0603	10	0.7	130.18	4+675	0.013	0.0602	10	0.7	118.04	1+600	0.005	0.0587	10	0.7	141.25

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

• **Método de Blench y Altunin**

Considerando un factor de fondo (Fb) y un factor de orilla (Fs) y la expresión indicada es:

Tabla 62. Método de Blench y Altunin

METODO DE BLENCH-ALTUNIN $B = 1.81 (Q F_b/F_s)^{1/2}$	
Caudal sin proyecto	
$Qm^3/s =$	(m3/s)
Fb =	Factor de fondo de cauce del Río
Fs =	Factor de Orilla de cauce de Río
Datos:	
Factor de Fondo	Fb
Material Fino	0.80
Material Grueso	1.20
Factor de Orilla	Fs
Materiales sueltos	0.10
Materiales ligeramente cohesivos	0.20
Materiales cohesivos	0.30

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Tabla 63. Resultado del Método de Blench y Altunin

Progresiva (Km)	Fb	Fs	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Fb	Fs	Ancho Estable (m)	Progresiva (Km)	Fb	Fs	Ancho Estable (m)
9+600	1.2	0.2	141.74	7+000	1.2	0.2	136.65	4+650	1.2	0.2	136.65
8+700	1.2	0.2	141.74	6+600	1.2	0.2	136.65	4+625	1.2	0.2	136.65
8+650	1.2	0.2	141.74	5+850	1.2	0.2	136.65	4+600	1.2	0.2	136.65
8+600	1.2	0.2	141.74	5+825	1.2	0.2	136.65	4+575	1.2	0.2	136.65
8+550	1.2	0.2	141.74	5+800	1.2	0.2	136.65	4+550	1.2	0.2	136.65
8+500	1.2	0.2	141.74	5+750	1.2	0.2	136.65	4+525	1.2	0.2	136.65
8+450	1.2	0.2	141.74	5+600	1.2	0.2	136.65	3+600	1.2	0.2	136.65
8+400	1.2	0.2	141.74	5+525	1.2	0.2	136.65	3+575	1.2	0.2	136.65
8+000	1.2	0.2	141.74	5+500	1.2	0.2	136.65	3+550	1.2	0.2	136.65
7+950	1.2	0.2	141.74	5+475	1.2	0.2	136.65	3+525	1.2	0.2	136.65
7+900	1.2	0.2	141.74	5+450	1.2	0.2	136.65	3+500	1.2	0.2	136.65
7+850	1.2	0.2	136.65	5+000	1.2	0.2	136.65	2+700	1.2	0.2	136.65
7+800	1.2	0.2	136.65	4+950	1.2	0.2	136.65	2+675	1.2	0.2	136.65
7+750	1.2	0.2	136.65	4+925	1.2	0.2	136.65	2+650	1.2	0.2	136.65
7+600	1.2	0.2	136.65	4+900	1.2	0.2	136.65	2+625	1.2	0.2	136.65
7+125	1.2	0.2	136.65	4+875	1.2	0.2	136.65	2+600	1.2	0.2	136.65
7+100	1.2	0.2	136.65	4+700	1.2	0.2	136.65	2+575	1.2	0.2	136.65
7+050	1.2	0.2	136.65	4+675	1.2	0.2	136.65	1+600	1.2	0.2	136.65

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

- **Recomendación práctica**

Este método está en función directa del caudal para el escenario sin proyecto.

Tenemos así 2 caudales para calcular ancho estable: $Q_{T1}^{max} = 1022.00 \text{ m}^3/\text{s}$ y

$Q_{T2}^{max} = 950.00 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 64. Método de recomendación práctica

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (M ³ /S)	ANCHO ESTABLE (m)
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70
1022.00	B = 100.88 m
950.00	B = 97.00 m

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas, Rubén Terán 1998

Elaboración: Propia

Teniendo como resultados:

Tabla 65. Resultado del método de recomendación práctica

Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho estable (m)	Progresiva (Km)	Q (m3/s)	Ancho estable (m)
9+600	1022.00	100.88	7+000	950.00	97.00	4+650	950.00	97.00
8+700	1022.00	100.88	6+600	950.00	97.00	4+625	950.00	97.00
8+650	1022.00	100.88	5+850	950.00	97.00	4+600	950.00	97.00
8+600	1022.00	100.88	5+825	950.00	97.00	4+575	950.00	97.00
8+550	1022.00	100.88	5+800	950.00	97.00	4+550	950.00	97.00
8+500	1022.00	100.88	5+750	950.00	97.00	4+525	950.00	97.00
8+450	1022.00	100.88	5+600	950.00	97.00	3+600	950.00	97.00
8+400	1022.00	100.88	5+525	950.00	97.00	3+575	950.00	97.00
8+000	1022.00	100.88	5+500	950.00	97.00	3+550	950.00	97.00
7+950	1022.00	100.88	5+475	950.00	97.00	3+525	950.00	97.00
7+900	1022.00	100.88	5+450	950.00	97.00	3+500	950.00	97.00
7+850	950.00	97.00	5+000	950.00	97.00	2+700	950.00	97.00
7+800	950.00	97.00	4+950	950.00	97.00	2+675	950.00	97.00
7+750	950.00	97.00	4+925	950.00	97.00	2+650	950.00	97.00
7+600	950.00	97.00	4+900	950.00	97.00	2+625	950.00	97.00
7+125	950.00	97.00	4+875	950.00	97.00	2+600	950.00	97.00
7+100	950.00	97.00	4+700	950.00	97.00	2+575	950.00	97.00
7+050	950.00	97.00	4+675	950.00	97.00	1+600	950.00	97.00

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Propia

En resumen, tenemos que, el ancho estable para un período de retorno de 100 años puede tener una variación próxima a los resultados de los diferentes métodos utilizados; para fines prácticos, se adopta el ancho del cauce que vaya de acuerdo a la tendencia de los resultados; pudiendo éste variar según la geomorfología del río.

ANEXO N° 14: MAPAS Y PLANOS